Arbeiten aus dem Reichsgesun...

Germany. Reichsgesundhei...

Digitized by Google

1837
ARTES VERITAS SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM CIRCUMSPICE

Hyg. lab
614.094
G37

ARBEITEN

AUS DEM

KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE.

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.)

ACHTUNDDREISSIGSTER BAND.

MIT 2 TAFELN UND IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.

BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1912.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

Erstes Heft. Ausgegeben im April 1911.

Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats, betreffend die Versalzung des Wassers von Wipper und Unstrut durch Endlaugen aus Chlorkalium-Fabriken. Berichterstatter: Geheimer Medizinalrat Professor Dr. Beckurts, Braunschweig, Mitberichterstatter: Geheimer Regierungsrat Professor Dr. Orth, Berlin, und Regierungsrat Professor Dr. Spitta, Berlin. (Hierzu Tafel I.) 1

Beitrag zur Frage, ob das dem tierischen Körper einverleibte Kupfer mit der Milch ausgeschieden wird. Von Dr. med. vet. C. Titze, Regierungsrat, und Dr. rer. nat. Wedemann, Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte 125

Zweites Heft. Ausgegeben im August 1911.

Über einige neuere Desinfektionsmittel (Phenostal, Morbicid KT und Husinol). Von Dr. Einecker, Kgl. Sächs. Stabsarzt in Dresden, ehedem kommandiert zum Kaiserl. Gesundheitsamte 139

Beiträge zum Nachweis der Benzoesäure in Nahrungs- und Genußmitteln. Von Dr. Ed. Polenske, Techn. Rat im Kaiserl. Gesundheitsamte 149

Erzeugt die Verfütterung von Spießglanz bei Gänsen Fettleber? Verfahren zum chemischen Nachweis von Antimon und Arsen in Gänselebern. Von Tierarzt Dr. Poppe, wissenschaftl. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte, und Techn. Rat Dr. Polenske, ständigem Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte 155

Wirkung des Antiformins auf Bakterien, Toxine verschiedener Herkunft, rote Blutkörperchen und Serum-Eiweiß. Von Stabsarzt Dr. E. Gildemeister, kommandiert zum Kaiserl. Gesundheitsamte 162

Über die Wirkung von Desinfektionsmitteln in gefüllten Abortgruben und die Dauer der Lebensfähigkeit von Typhusbazillen in Abortgruben.

Einleitung 187

Über die Wirkung von Desinfektionsmitteln in gefüllten Abortgruben und die Dauer der Lebensfähigkeit von Typhusbazillen in Abortgruben. Von Dr. Neumann, Kgl. Kreisarzt, früher. Leiter der Untersuchungsstation Idar, und Dr. Mosebach, Leiter der Untersuchungsstation Idar 188

Über die Wirkung von Desinfektionsmitteln in gefüllten Abortgruben und die Dauer der Lebensfähigkeit von Typhusbazillen in Abortgruben. Von Dr. Symanski, früher. Leiter der Untersuchungsanstalt Metz 195

Über die Wirkung von Desinfektionsmitteln in gefüllten Abortgruben und die Dauer der Lebensfähigkeit von Typhusbazillen in Abortgruben. Von Stabsarzt Oskar Fischer, Leiter der Untersuchungsanstalt Trier 198

Beiträge zur Frage der Schnelldiagnose der Tuberkelbazillen nebst Untersuchungen über säurefeste Stäbchen im Wasser. Von Dr. K. Schern und Dr. H. Dold, wissenschaftl. Hilfsarbeitern im Kaiserl. Gesundheitsamte 205

Über den Zusammenhang von Heilwert und Antitoxingehalt des Diphtherieserums. Von Prof. Dr. Neufeld, Regierungsrat im Kaiserl. Gesundheitsamte, und Stabsarzt Dr. Haendel, kommandiert zum Kaiserl. Gesundheitsamte 219

Beitrag zur Kenntnis der Pneumokokkeninfektion. Von Oberarzt Dr. Lindemann, kommandiert zum Kaiserl. Gesundheitsamte 233

Die Alkalität wässeriger Lösungen kohlensaurer Salze. Von Dr. Fr. Auerbach, Regierungsrat, und Dr. H. Pick, wissenschaftl. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte 243

249428

Digitized by Google

Seite

Drittes Heft. Ausgegeben im November 1911.

Beiträge zur Kenntnis der Tuberkulose-Überempfindlichkeit. Von Prof. Dr. F. Neufeld, Regierungsrat, und Dr. H. Dold, wissenschaftl. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 275

Über das Vorkommen von Arsen in Speisegelatine. Von Dr. Otto Köpke, wissenschaftl. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 290

Die Abhängigkeit des Verlaufes der Sauerstoffzehrung in natürlichen Wässern und künstlichen Nährlösungen vom Bakterienwachstum. Von Dr. A. Müller, ständigem Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 294

Zur Frage des Vorkommens von Bakterien im Fleische normaler Schlachttiere und zur Technik der bakteriologischen Fleischbeschau bei Notschlachtungen. Von Prof. Dr. Zwick, Regierungsrat, und Dr. Weichel, früherem wissenschaftl. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 327

Über die Wirkung von Serum und Leberextrakten auf Trypanosomen. Von Dr. Kurt Schern, früherem wissenschaftl. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte, Leiter der Untersuchungsstation für animalische Nahrungs- und Genußmittel im Königl. Polizeipräsidium zu Berlin . . . 338

Ist das durch Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken verunreinigte Wasser für Haustiere gesundheitsschädlich? Von Dr. med. vet. Titze, Regierungsrat und Mitglied des Kaiserl. Gesundheitsamtes . . . 368

Bakteriologische Befunde bei Untersuchungen darmkranker Kinder. Von Dr. med. W. Rimpau, früherem wissenschaftl. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 384

Nachtrag zur Arbeit „Über bakteriologische Beobachtungen bei Irren-Ruhr, insbesondere über die Erscheinung der Paragglutination“. Von Dr. P. Kuhn, Oberstabsarzt beim Kommando der Schutztruppen im Reichskolonialamt, beurlaubt zum Kaiserl. Gesundheitsamte, Dr. E. Gildemeister, Kgl. preußischem Stabsarzt, kommandiert zum Kaiserl. Gesundheitsamte, und Dr. Woithe, Kgl. bayerischem Oberarzt, früher kommandiert zum Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 399

Über den Nachweis von Kokosnußfett in Butter und Schweineschmalz. Von Dr. Eduard Polenske, Technischem Rat im Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 402

Viertes Heft. Ausgegeben im März 1912.

Über Bau und Vermehrung von Babesia canis im Blute des Hundes. Von Professor Dr. A. Schuberg, Regierungsrat, und Dr. E. Reichenow, wissenschaftl. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte. (Hierzu Tafel II.) . . . 415

Beitrag zur Frage der Giftigkeit der Rhodanalkalisalze. Von Dr. med. Fr. Franz, ständigem Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 435

Untersuchungen über die Wirkung brandsporenhaltigen Futters auf die Gesundheit der Haustiere. Von Professor Dr. Zwick, Regierungsrat, Dr. Fischer, Königl. Sächs. Stabsveterinär, früher kommandiert zum Kaiserl. Gesundheitsamte, und Winkler, Königl. Sächs. Stabsveterinär, kommandiert zum Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 450

Züchtung von Tuberkelbazillen aus Sputum mit Hilfe der Uhlenhuthschen Antiforminmethode unter Verwendung von Eiernährböden. Von Dr. Schoenburg, Königl. Sächs. Oberarzt, kommandiert zum Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 485

Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Belgien. Nach Berichten des landwirtschaftlichen Sachverständigen Dr. Frost, früher beim Kaiserlichen Konsulat in Brüssel, und nach anderen Quellen bearbeitet durch Regierungsrat Wehrle, Mitglied des Kaiserl. Gesundheitsamtes . . . 497

Über den Gehalt des Wurstfettes der Dauerwurst an freier Säure. Von Dr. Ed. Polenske, † Technischem Rat, vormaligem ständigen Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte 556

Über ein Verfahren zur Unterscheidung von sterilisiertem und von nicht sterilisiertem Knochenmehl. Von Dr. Ed. Polenske, † Technischem Rat, vormaligem ständigen Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 559

Freies Alkali in Mineralwässern. Von Dr. Friedrich Auerbach, Regierungsrat im Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 562

Digitized by Google

Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats, betreffend die Versalzung des Wassers von Wipper und Unstrut durch Endlaugen aus Chlorkalium-Fabriken.

Berichterstatter: Geheimer Medizinalrat Professor **Dr. Beckurts,** Braunschweig;
Mitberichterstatter: Geheimer Regierungsrat Professor **Dr. Orth,** Berlin, und Regierungsrat Professor **Dr. Spitta,** Berlin.

(Hierzu Tafel I.)

Inhalt: 1. Einleitung. — 2. Der deutsche Kalisalzbergbau, die Verarbeitung der Rohsalze und die dabei sich ergebenden Abfallprodukte. — 3. Die Abwässer der Chlorkaliumfabriken. — 4. Allgemeine Angaben über Wipper und Unstrut. — 5. Wasserstände und Abflußmengen. — 6. Gebrauch von Wipper- und Unstrutwasser für wirtschaftliche, landwirtschaftliche und industrielle Zwecke. — 7. Ortsbesichtigungen. — 8. Ergebnisse der Untersuchung der entnommenen Wasserproben. — 9. Bisher erstattete Gutachten. — 10. An Wipper und Unstrut bestehende Gerechtsame zur Ableitung von Endlaugen. — 11. Veränderungen und Gebrauchsbeeinträchtigungen des Flußwassers durch die Endlaugen der Chlorkaliumfabriken. — 12. Die Mengen der von Wipper und Unstrut aufgenommenen Endlaugen und ihre Verteilung. — 13. Die aus der Versalzung der Wipper und Unstrut entstandenen Unzuträglichkeiten. — 14. Grenzzahlen. — 15. Kontrolleinrichtungen. — 16. Maßnahmen zur Verbesserung der Zustände. — 17. Schlußsätze. — 18. Anhang. (Untersuchungsmethoden). — 19. Anlagen A-D (Ergebnisse der physikalisch-chemischen Untersuchung der entnommenen Wasserproben). — 20. Anlagen E—F (Bodenuntersuchungen). — 21. Tafel (geographische Übersichtskarte).

Der Reichs-Gesundheitsrat (Unterausschuß für Beseitigung der Abfallstoffe usw.), hat in der Sitzung vom 8. Januar 1910 den Entwurf des über die vorliegende Angelegenheit zu erstattenden Gutachtens beraten.

An dieser Sitzung nahmen, außer Kommissaren der beteiligten Bundesregierungen, Teil die nachbezeichneten Mitglieder des Reichs-Gesundheitsrates:

Dr. Bumm, Präsident des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, als Vorsitzender; Dr. Barnick, Frankfurt a. O.; Dr. Beckurts, Braunschweig; Dr. Beyschlag, Berlin; Dr. von Buchka, Berlin; Dr. C. Fränkel, Halle a. S.; Dr. Gärtner, Jena; Dr. Gaffky, Berlin; Dr. Greiff, Karlsruhe i. B.; Dr. Kerp, Berlin; Dr. König, Münster i. W.; Dr. Löffler, Greifswald; von Meyeren, Berlin; Dr. A. Orth, Berlin; Dr. Renk, Dresden; Dr. Rubner, Berlin; Dr. Scheurlen, Stuttgart; Dr. Schmidtmann, Berlin; Freiherr von Stein, Berlin; Dr. Tjaden, Bremen.

Ferner: Dr. Hofer, München; Dr. Spitta, Berlin.

Das Gutachten wurde, den Beschlüssen des Reichs-Gesundheitsrats entsprechend, in der nachstehenden Fassung abgegeben.

Digitized by Google

1. Einleitung.

Durch Entscheidung des Bezirks-Ausschusses des 2. Verwaltungsbezirks Apolda des Großherzogtums Sachsen vom 10. Januar 1907 ist der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst“ zu Weimar in Oldisleben die Genehmigung zur Errichtung einer Chlorkalium-Fabrik in Oldisleben und zur Ableitung der bei dem Betriebe sich ergebenden Endlaugen in die Unstrut erteilt worden. Dabei war der Gewerkschaft erlaubt worden, das Wasser der Unstrut bis auf 60 deutsche Härtegrade zu verhärten. Hiergegen ist seitens des Königlich Preußischen Herrn Ministers für Handel und Gewerbe unter dem 8. Februar 1907 Widerspruch mit dem Antrage erhoben worden, die höchste zulässige Verhärtung des Unstrutwassers auf $37^{1}/_{2}$ Verhärtungsgrade herabzusetzen.

Dem Wunsche der Königlich Preußischen Regierung entsprechend hat das Großherzoglich Sächsische Staatsministerium unterm 4. Mai 1907 bei dem Herrn Reichskanzler beantragt, ein Gutachten des Reichs-Gesundheitsrates darüber herbeizuführen, in welchem Umfange eine Verunreinigung der Unstrut durch Endlaugen von Chlorkalium-Fabriken „ohne Schädigung gesundheits- und veterinär-polizeilicher Interessen für zulässig erachtet werden kann.“ Mit der Ausarbeitung dieses Gutachtens sind von dem Vorsitzenden des Reichs-Gesundheitsrats beauftragt worden der Geheime Medizinalrat, ordentlicher Professor an der Technischen Hochschule in Braunschweig, Dr. Beckurts als Berichterstatter, ferner als Mitberichterstatter der Geheime Regierungsrat, Professor und Abteilungsvorsteher an der landwirtschaftlichen Hochschule, ordentlicher Honorar-Professor an der Universität in Berlin, Dr. A. Orth, sowie das Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, Regierungsrat Professor Dr. Spitta. Mehrere Monate darauf hat das Fürstlich Schwarzburgische Ministerium in Rudolstadt beantragt, daß der Reichs-Gesundheitsrat auch ein Gutachten „über die höchste zulässige Verhärtung des Wipperwassers“ durch Endlaugen von Chlorkaliumfabriken erstatten möge. Auch für dieses Gutachten sind von dem Vorsitzenden des Reichs-Gesundheitsrats die oben genannten Sachverständigen als Berichterstatter und Mitberichterstatter bestimmt worden. Da die Fragen nach der zulässigen Versalzung von Unstrut und Wipper in einem engen Zusammenhang stehen, so erschien es zweckmäßig, sie in einem gemeinsamen Gutachten zu bearbeiten; in diesem Sinne kam im Einverständnisse mit dem Vorsitzenden des Reichs-Gesundheitsrats eine Vereinbarung unter den mit der Bearbeitung beider Fragen im Reichs-Gesundheitsrat beauftragten Sachverständigen zu Stande.

2. Der deutsche Kalisalzbergbau, die Verarbeitung der Rohsalze und die dabei sich ergebenden Abfallprodukte (Endlaugen).

Der deutsche Kalisalzbergbau hat seinen Ausgang genommen in der Magdeburg-Halberstädter Zechsteinmulde, woselbst in der Mitte des vorigen Jahrhunderts die ersten beiden deutschen Kalibergwerke „von der Heydt“ und „Leopoldshall“ entstanden. In den nächsten Jahrzehnten nach Gründung dieser Bergwerke fand zunächst in dieser Gegend, dann gegen Ende des Jahrhunderts nördlich und südlich des Harzes in Hannover und Thüringen der Kalibergbau weitere Ausdehnung. In dem Maße, wie

Digitized by Google

der Kalibergbau für Handel, Industrie und Landwirtschaft an Bedeutung gewann und an Größe zunahm, bereitete die Beseitigung der bei der Verarbeitung der Kalirohsalze entstehenden Endlaugen immer größere Schwierigkeiten. Es häuften sich immer mehr die Beschwerden über die Einleitung der Endlaugen in öffentliche Flußläufe, weil dadurch eine erhebliche Schädigung der allgemeinen Interessen befürchtet wurde.

Die gefürchteten, bei Verarbeitung von Kalirohsalzen abfallenden Endlaugen enthalten neben kleineren Mengen von Kalium, Natrium und Schwefelsäure im wesentlichen Magnesium und Chlor. Für derartige Chlor und Magnesium enthaltende Laugen ist bisher eine ausreichende praktische Verwendbarkeit nicht gefunden worden. Man versucht deshalb, sich der Endlaugen auf möglichst billige Weise zu entledigen; dies geschieht, indem man sie in die öffentlichen Wasserläufe ableitet. Hin und wieder verdampft man auch die Laugen und verwendet den Verdampfungsrückstand wiederum als Versatz in der Grube. Da das Verdampfen aber in der Regel sehr kostspielig ist und die Rentabilität der Chlorkaliumfabriken gefährdet, so bildet die Einführung der Endlaugen in die Wasserläufe das gewöhnliche Verfahren ihrer Beseitigung.

Solange nur die Kalisalzlager in der Magdeburg-Halberstädter Senkung ausgebeutet wurden, kamen für die Aufnahme der Endlaugen lediglich die Saale und Elbe in Betracht, deren große Wassermengen relativ schnell eine starke Verdünnung der Endlaugen herbeiführten. Als der Kalibergbau aber immer größere Ausdehnung fand, sind zahlreiche Flußläufe durch die Einführung der Endlaugen in Mitleidenschaft gezogen worden. Bei der vermutlich noch weiter fortschreitenden Ausdehnung des Kalibergbaues werden sich die Klagen über die von ihm ausgehenden Verunreinigungen der öffentlichen Flußläufe mit der Zeit noch stärker erheben.

An dem Aufbau einer Kalisalzlagerstätte sind die folgenden Salzmineralien beteiligt:

Steinsalz (Chlornatrium, $NaCl$),
Kieserit (Magnesiumsulfat, $MgSO_4 \cdot H_2O$),
Sylvin (Chlorkalium, KCl),
Carnallit (Chlormagnesium-Chlorkalium, $MgCl_2KCl \cdot 6H_2O$),
Kainit (Kaliumsulfat-Chlormagnesium, $K_2SO_4 \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$).

Die praktisch wichtigen Salzmineralien sind Sylvin und Carnallit, welche mit Steinsalz und Kieserit durchsetzt vorkommen. Mit dem Namen Sylvinit bezeichnet man ein Gemenge von Sylvin und Steinsalz, mit dem Namen Hartsalz ein Gemenge von Sylvin, Steinsalz und Kieserit. Als Carnallit verarbeitet man nicht das Mineral der oben angegebenen Zusammensetzung, sondern ein Salzgemenge, welches neben Steinsalz und Kieserit nur etwa 45% des Minerals Carnallit enthält.

Was die Verarbeitung der Rohsalze betrifft, so kommen hierbei hauptsächlich folgende Erzeugnisse in Betracht:

Chlorkalium, Kalidüngesalz, Kieserit, Kalium-Magnesium-Sulfat, Kalium-Sulfat, außerdem als Nebenerzeugnisse: Chlormagnesium und Brom.

Das wichtigste der aus den Kalirohsalzen gewonnenen reinen Salze ist das Chlorkalium, für dessen Gewinnung Carnallit, Hartsalz und Sylvinit in Betracht kommen. Die chemischen Grundlagen der Gewinnung von Chlorkalium aus Carnallit beruhen

Digitized by Google

auf einer Trennung seiner beiden Bestandteile, Chlorkalium und Chlormagnesium, durch Wasser.

Der Gang der Verarbeitung der Rohsalze ist kurz der folgende: Der aus der Grube geförderte Carnallit wird zerkleinert und mit siedender Chlormagnesiumlauge behandelt; die Lösung wird von dem kieserithaltigen Rückstand getrennt, geklärt und der Kristallisation überlassen. Das so kristallisierte Chlorkalium liefert, nachdem es durch Decken mit Wasser von Chlormagnesium und Kochsalz befreit und getrocknet ist, fertiges Handelsfabrikat. Aus der Mutterlauge wird durch Eindampfen künstlicher Carnallit gewonnen, welcher ebenfalls auf Chlorkalium verarbeitet wird. Die zweite Mutterlauge (die sogenannte Endlauge) dient noch zur Gewinnung von Brom und Chlormagnesium. Soweit sie nicht auf Chlormagnesium verarbeitet wird — und das ist nur in sehr geringem Umfange der Fall — entledigen sich ihrer die Fabriken — gegebenenfalls nach Abscheidung des Broms auf chemischem oder elektrolytischem Wege — durch Einführung in die Wasserläufe.

Der kieserithaltige Rückstand (Löserückstand des Rohcarnallits) enthält im wesentlichen Kieserit und Steinsalz. Er bildet das Material zur Herstellung von Blockkieserit. Zu dem Zwecke wird dieser Löserückstand durch Waschen mit Wasser von Steinsalz und durch Abschlemmen mit Wasser von tonigen Bestandteilen befreit. Der hinterbliebene spezifisch schwere kristallinische Schlamm wird mit Hilfe eiserner Formen zu rechteckigen Steinen geformt, welche nach einiger Zeit völlig erhärten. Das hierbei abfallende Kieseritwasser dient zur Verdünnung der Endlaugen, die in die öffentlichen Wasserläufe abgeleitet werden.

Die Chlorkalium-Gewinnung aus Hartsalz erfolgt in ähnlicher Weise durch Auslaugen des fein gemahlenen Hartsalzes mit einer Lösung von Chlormagnesium. Der dabei sich ergebende Löserückstand wird auf Kieserit und die Lösung in gleicher Weise wie bei Carnallit auf Chlorkalium verarbeitet. Endlaugen ergeben sich hierbei nicht, da sie ebenso wie die Decklaugen immer wieder als Löselauge Verwendung finden.

Die Verarbeitung von Sylvinit auf Chlorkalium geschieht auch durch Auslaugen des feingemahlenen Minerals mit Wasser und Abscheidung des Chlorkaliums aus der mit Chlornatrium gesättigten Lösung durch Kristallisation. Endlaugen ergeben sich bei dieser Verarbeitung nicht, da die Mutterlauge von dem auskristallisierten Chlorkalium immer wieder zur Auflösung von Sylviniten benutzt wird.

Außer reinem Chlorkalium stellen die Kalisalzbergwerke auch Kalidüngesalze her. Diese Kalidüngesalze sind in 4 Marken von 20, 30, 38 und 40 % Kaligehalt, (K_2O) im Handel, entsprechend einem Gehalt von 31,7, 47,4, 60,1 und 63,3 % Chlorkalium. Kalibergwerke, die im Besitz hochprozentiger Sylvinite sind, brauchen diese Salze nur zu mahlen, um sie als 20 oder 30 prozentige Düngesalze in den Handel zu bringen. Die beiden hochprozentigen Marken können dagegen aus Rohsalzen nur unter Zusatz von Chlorkalium dargestellt werden. Diejenigen Werke, welche nicht über hochprozentige Kalirohsalze verfügen, stellen auch die 20 und 30 prozentigen Kalidüngesalze fabrikmäßig her. Soweit dazu Carnallit verwendet wird, ergeben sich dieselben Endlaugen wie bei der Fabrikation von reinem Chlorkalium; dies gilt namentlich bezüglich des Gehaltes der Endlaugen an Chlormagnesium, weil auf eine

Digitized by Google

möglichst vollständige Entfernung dieses Salzes aus den Düngesalzen Wert gelegt wird, damit diese nicht hygroskopisch werden und beim Lagern trocken bleiben.

Kalium-Magnesium-Sulfat (Kali-Magnesia) wird zuweilen, jedoch nur sehr selten aus Kainit, (s. oben) und zwar durch Umkristallisieren desselben aus Wasser dargestellt, wobei Chlormagnesium in den Mutterlaugen bleibt und Kalium-Magnesium-Sulfat sich kristallinisch ausscheidet. Die überwiegende Menge Kalium-Magnesium-Sulfat gewinnt man durch Wechselzersetzung von Chlorkalium mit Magnesium-Sulfat. Die dabei sich ergebende Mutterlauge enthält die dem angewandten Chlorkalium äquivalente Menge Chlormagnesium und gelangt mit den Endlaugen der Chlorkalium-Fabrikation aus Carnallit in die öffentlichen Wasserläufe.

Das Kalium-Magnesium-Sulfat dient auch zur Darstellung von Kaliumsulfat. Bei der Einwirkung weiterer Mengen Chlorkalium auf das Doppelsalz bildet sich Kaliumsulfat, und es entstehen abermals chlormagnesiumhaltige Endlaugen.

Ein kleiner Teil der Endlaugen der Chlorkaliumgewinnung aus Carnallit wird, wie oben schon erwähnt, auf geschmolzenes Chlor-Magnesium verarbeitet. Man dampft die Endlaugen ein, schmilzt den Rückstand und läßt ihn noch geschmolzen in Fässern oder eisernen Trommeln erstarren.

Die bei der Verarbeitung von Carnallit entstehende Endlauge enthält noch 0,2 bis 0,3 % Brom. In sehr vielen Fabriken wird aus den Endlaugen das Brom abgeschieden, bevor man die Laugen den Wasserläufen zuführt. Der Prozeß der Bromgewinnung besteht darin, daß das Brom durch Chlor oder durch eine Mischung von Braunstein und Schwefelsäure in Freiheit gesetzt und aus der Lösung abdestilliert wird. Vereinzelt wird das Brom aus der Endlauge auch auf elektrolytischem Wege abgeschieden. Bei der Gewinnung des Broms aus den Endlaugen mit Hilfe von Chlor enthalten diese häufig freies Chlor und freies Brom, die dann in den Flußläufen besonders schädlich wirken.

Den größten Teil der Kalirohsalze, wie auch der durch die Fabrikation veredelten Salze, nämlich 85 % der Gesamtproduktion nimmt die Landwirtschaft auf, während die übrig bleibenden 15 % in der chemischen Industrie Verwendung finden. Die chemische Industrie gebraucht Chlorkalium zur Darstellung von Ätzkali, Chlor, Chlorkalk, Pottasche, Kalisalpeter und Kaliumchlorat. Von dem gewonnenen Kieserit wird der größte Teil auf Bittersalz verarbeitet, während das Chlormagnesium hauptsächlich in der Textilindustrie Verwendung findet. Das gewonnene Brom dient namentlich zu medizinischen Zwecken.

3. Die Abwässer der Chlorkaliumfabriken.

Die hauptsächlichsten Abwässer aus Chlorkaliumfabriken bestehen, wie auch aus vorstehenden Schilderungen hervorgeht, aus:

1. den bei der Verarbeitung von Carnallit entstehenden chlormagnesiumreichen Endlaugen,

2. dem von der Kieseritwäsche ablaufenden Wasser, welches im wesentlichen Chlornatrium (Kochsalz) enthält.

Die zu 1 bezeichneten Endlaugen, welche bei den in die Wipper und Unstrut entwässernden Kaliwerken zur Zeit der Berichterstattung allein in Betracht kamen,

Digitized by Google

enthalten neben Chlormagnesium noch geringe Mengen Natrium, Kalium sowie den Sulfatrest (SO_4) und gewisse Mengen Brom. Abgesehen von den letzteren zeigen nach umfangreichen, namentlich im Staßfurter Revier und in Vienenburg gemachten Erfahrungen die Endlaugen folgende Zusammensetzung:

Das spezifische Gewicht beträgt 1,300—1,313.

In einem Liter Endlauge sind enthalten, die analytischen Ergebnisse auf Salze berechnet:

Chlor-Magnesium	349,2 g
Magnesium-Sulfat	32,5 g
Chlor-Kalium	15,5 g
Chlor-Natrium	10,1 g.

In dem Gutachten der Königlich Preußischen Wissenschaftlichen Deputation für das Medizinalwesen über die Einwirkung der Kaliindustrie-Abwässer auf die Flüsse[1]) wird die Zusammensetzung der Endlaugen in folgender Weise angegeben:

Chlor-Magnesium	390 g
Magnesium-Sulfat	36 g
Chlor-Kalium	12—18 g
Chlor-Natrium	10 g.

In der nachstehenden Tabelle 1 sind weitere Analysen von Endlaugen zusammengestellt.

Tabelle 1. Die Zusammensetzung der bei der Verarbeitung von Carnallit entstehenden Endlaugen (Mittelzahlen).

Zusammensetzung der Endlaugen nach	Spez. Gewicht der Laugen bei 15°	1 Liter Endlauge enthält im Mittel g				
		Mg (Magnesium)	K (Kalium)	Na (Natrium)	SO_4 (Sulfatrest)	Cl (Chlor)
a) Untersuchungen im Kaiserlichen Gesundheitsamte[2])						
Lauge aus Thiederhall	1,3345	115,5	2,17	3,35	27,02	306,1
Lauge aus Asse	1,3017	93,4	11,94	8,71	32,16	263,6
Lauge aus Beienrode	1,3303	113,9	2,56	4,27	25,60	304,1
Durchschnitt	1,3222	107,6	5,56	5,44	28,26	291,3
b) Untersuchungen v. Kraut u. Launhardt[3]) I	—	78,5	6,1	4,8	25,0	222,8
II	—	75,1	5,5	5,1	21,2	215,4
c) Angaben von Muspratt[4]) I	—	78,4	6,3	4,7	24,7	221,7
II	—	74,8	7,0	2,2	20,8	212,2
d) Angaben des Gutachtens d. Königl. Preuß. Wissenschaftl. Deputation[5])	—	107,0	6,3—9,4	3,9	28,7	302,0—305,0

[1]) Vierteljahrschrift für gerichtliche Medizin und öffentliches Sanitätswesen, 3. Folge, XXI. Band. Suppl. Heft. 1901 S. 4.

[2]) Gutachten des Reichs-Gesundheitsrates über den Einfluß der Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter, Oker und Aller. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, 25. Bd., 1907, S. 287.

[3]) Kraut und Launhardt, Der Staßfurt-Magdeburger Laugenkanal, S. 9.

[4]) Muspratt, Handbuch der technischen Chemie, 4. Aufl., 4. Bd., S. 1044.

[5]) a. a. O.

Digitized by Google

Wie aus dieser Übersicht hervorgeht, schwankt die chemische Zusammensetzung der Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken innerhalb gewisser Grenzen. Für die Berechnungen dieses Gutachtens war es aber, nach Ansicht der Berichterstatter, notwendig, Mittelzahlen für die in den Endlaugen enthaltenen Salze zu Grunde zu legen, und zwar wurde von den Durchschnittswerten ausgegangen, die aus 31 im Kaiserlichen Gesundheitsamt ausgeführten Analysen von Endlaugen der Gewerkschaften Thiederhall, Asse und Beienrode berechnet worden sind und mit den entsprechenden Angaben in dem Gutachten der Königlich Preuß. Wissenschaftlichen Deputation gut übereinstimmen. (Vgl. Tabelle 1.) Unter der berechtigten Annahme, daß bei der Verarbeitung von je 1000 dz Carnallit im Mittel 50 cbm Endlaugen entstehen, würden also 1000 dz verarbeiteter Carnallit an Abfallsalzen liefern:

14565 kg Chlor (Cl)
1415 kg Sulfatrest (SO_4)
5380 kg Magnesium (Mg).

Bei gleichmäßigem Abfluß der Endlaugen innerhalb 24 Stunden würden dann in der Sekunde abgeführt werden: 168,6 g Chlor (Cl), 16,4 g Sulfatrest (SO_4) und 62,3 g Magnesium (Mg). Mit diesen Zahlen ist in dem folgenden Gutachten gerechnet worden.

4. Allgemeine Angaben über Wipper und Unstrut. (Vergl. die Karte am Schluß.)

a) Allgemeines über die Wipper.

Die auf preußischem Gebiet bei Worbis in den Ohmbergen entspringende Wipper fließt zunächst zwischen Hainleite und den Bleicheroder Bergen hindurch nach Ost-Nord-Osten, nimmt in der Nähe von Bleicherode von links die Bode auf und wendet ihren Lauf dann nach Süd-Osten. Zwischen Klein- und Groß-Furra gelangt sie auf schwarzburgisches Gebiet, durchfließt das „unterherrschaftliche" Gebiet der Fürstentümer Schwarzburg-Sondershausen und Schwarzburg-Rudolstadt und überschreitet hinter Günserode die schwarzburgisch-preußische Grenze. Sie bildet dann südlich der Hainleite einen nach Norden offenen Bogen und mündet bei Sachsenburg, kurz oberhalb der Sachsenburger Pforte, von links in die Unstrut. Außer der bereits genannten Bode nimmt die Wipper nur einige unbedeutende Bachzuflüsse auf. Zu nennen wäre der Rhinbach, welcher hinter Bernterode von links, und die Bebra, welche kurz hinter Sondershausen von rechts in sie einmündet.

Folgende Ortschaften liegen unterhalb des ersten Kaliwerkes (Bernterode) unmittelbar oder sehr nahe an der Wipper: Wülfingerode, Sollstedt, Ober- und Nieder-Gebra, Ober- und Mitteldorf, Pustleben, Nohra, Wollersleben, Wolkramshausen, Rüxleben und Klein-Furra auf preußischem Gebiet; Groß-Furra, Stockhausen, Sondershausen, Jecha, Berka, Hachelbich auf schwarzburg-sondershäuser Gebiet; Göllingen, Seega, Günserode auf schwarzburg-rudolstädtischem Gebiet und Bilzingsleben, Kindelbrück, Cannawurf und Sachsenburg wieder auf preußischem Gebiet.

Die genannten Ortschaften beherbergen zusammen 25—26000 Einwohner.

Digitized by Google

Bei Göllingen zweigt sich von der Wipper ein Arm nach links ab, welcher durch einen künstlichen Tunnel, der schon im 12. Jahrhundert gebaut wurde, in das Bendeleber Tal geleitet und „kleine Wipper“ genannt wird. In dem Orte Bendeleben biegt die kleine Wipper nach Osten um, und läuft nun, auch „Frankenhäuser Wipper“ genannt, nach Frankenhausen, durchfließt dieses Städtchen und tritt aus Frankenhausen als sogen. „Soolgraben“ wieder heraus, welcher, die Orte Esperstedt und Ringleben berührend, oberhalb Schönfeld in die Unstrut mündet (vgl. Unstrut). Durch den Segelbach werden der Frankenhäuser Wipper auch die Abwässer der Gemeinde Badra und Steinthalleben zugeführt. Die Abwässer von Rottleben gelangen in den parallel mit der Frankenhäuser Wipper verlaufenden Flutgraben, welcher sich innerhalb der Stadt Frankenhausen mit der kleinen Wipper vereinigt. Die an der kleinen Wipper gelegenen Ortschaften zählen zusammen etwa 12000 Einwohner.

Von industriellen, zur großen und kleinen Wipper fließenden Abwässern sind, abgesehen von den Kalifabrikabwässern, zu nennen die Abwässer der Zuckerfabrik Wolkramshausen (Schreier & Co.), die Abwässer der Papierfabrik Seega, die Abwässer der Frankenhäuser Gerbereien, die Abwässer der Saline Frankenhausen und der Esperstedter Braunkohlengrube.

Von städtischen Abwässern sind verhältnismäßig am bedeutungsvollsten die Abwässer der Residenzstadt Sondershausen. Die Stadt ist nach dem Mischsystem kanalisiert. Das Kanalnetz nimmt die Haus- und Niederschlagswässer auf. Fäkalien werden in Gruben und Tonnen gesammelt. Die Abwässer passieren zunächst die für jeden Anschluß vorgeschriebenen Sinkschächte und dann einen Sandfang, worauf sie — durch Reinwasser aus dem Hochdruckbehälter der Wasserleitung verdünnt — etwa 1 km unterhalb der Stadt der Wipper zugeleitet werden[1]).

Nähere hydrologische und hydrotechnische Angaben über die Wipper lagen den Berichterstattern nicht vor (vgl. unten bei Unstrut). Die Wipper ist an mehreren Stellen aufgestaut. So findet sich z. B. eine Stauvorrichtung an der Porzellanfabrik bei Jecha, unterhalb Sondershausen.

b) Allgemeines über die Unstrut.

Die vom Eichsfelde kommende Unstrut fließt in einem großen Bogen zuerst nach Süd-Osten, dann nach Osten, nimmt rechts die vom Thüringer Walde kommende Gera auf und durchbricht dann das Thüringer Hügelland zwischen Hainleite und Schmücke an der Sachsenburg-Heldrunger Pforte. Kurz vor diesem Durchtritt, etwa 1 km unterhalb Gorsleben, nimmt sie links die Wipper auf, an deren Mündung der preußische Flecken Sachsenburg (516 Einwohner)[2]) gelegen ist. Die Wipper ist kurz vor ihrer Einmündung durch das Wehr einer Mühle (Zieckesche Mühle in Sachsenburg) gestaut, mündet also mit zwei Armen (Wipper und Mühlgraben) in die Unstrut. Über die vereinigte Wipper und Unstrut führt in Sachsenburg eine Brücke. Fünfhundert Meter unterhalb derselben tritt die Unstrut in die zirka 20 qkm große Groß-

[1]) Vgl. Salomon, Städt. Abwasserbeseitigung in Deutschland, 2. Bd., S. 399, Jena 1907.

[2]) Die Angaben über die Einwohnerzahl sind hier und im folgenden Ritters Geographisch-Statistischem Lexikon, 9. Aufl., Leipzig 1906, entnommen.

herzoglich-Sächsische Enklave Oldisleben (zum 2. Verwaltungsbezirk Apolda gehörig) ein. Der Ort Oldisleben (1824 Einwohner) liegt nahe dem linken Ufer der Unstrut und beherbergt an industriellen Unternehmungen die Kalifabrik „Großherzog Wilhelm Ernst", eine Mühle und eine Zuckerfabrik. Eine Brücke über die Unstrut (Oldisleben-Heldrunger Brücke) verbindet den weimarischen Ort Oldisleben mit der etwa 2 km rechts der Unstrut gelegenen preußischen Stadt Heldrungen (2502 Einwohner). Etwa 1 km unterhalb dieser Brücke liegt die Einleitungsstelle für die Endlaugen der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst". Nach einem ganz kurzen Lauf erreicht die Unstrut bereits wieder die sächsisch-preußische Grenze und verläuft auf derselben bis kurz oberhalb des Dorfes Bretleben (789 Einwohner), wo sie völlig auf preußisches Gebiet übertritt. In Bretleben ist die Unstrut durch ein Wehr gestaut. Im Unterwasser des Bretlebener Wehrs beginnt die Schiffbarkeit der Unstrut. Kurz hinter der Bretlebener Eisenbahnbrücke über die Unstrut münden die Abwässer des Kaliwerks Oberheldrungen, welche eine mehrere Kilometer lange Rohrleitung bis zu ihrer Einmündungsstelle durchlaufen müssen. Die Rohrleitung ist oberhalb Bretlebens als Düker unter der Unstrut hindurch geführt, so daß die Ausmündung am linken Ufer unterhalb des Wehres erfolgt. Der Fluß streift dann noch einmal mit dem linken Ufer kurz die Grenze von Schwarzburg-Rudolstadt und nimmt dann oberhalb des Dorfes Schönfeld von links zwei Zuflüsse auf, den Ringlebener Kanal, welcher u. a. Zuckerfabrikabwässer führen soll, und den Frankenhäuser Soolgraben, welcher, von Frankenhausen kommend und die Orte Esperstedt (845 Einwohner) und Ringleben (1073 Einwohner) berührend, die Abwässer des Soolbades Frankenhausen (6374 Einwohner) der Unstrut zuleitet. (Vgl. oben unter a.) Es folgt das Dorf Schönfeld (215 Einwohner) und etwa 1½ km weiter Stadt und Soolbad Artern (5092 Einwohner). Unmittelbar oberhalb Arterns ist die Unstrut gestaut und mit einer Schleusenanlage versehen. In und kurz unterhalb Artern nimmt die Unstrut, außer industriellen Abwässern (Zuckerfabrik, Vereins-Brauerei, Malzfabrik von Beckmann & Voß)[1]) stark salzhaltige Abflüsse auf, nämlich durch den „Soolgraben" den Abfluß der „Friedhofsquelle", einer starken auf dem Friedhof entspringenden Soole und die Abwässer der Königlichen Saline Artern, deren Mengen zusammen jährlich 8000 cbm mit 1 Million kg an gelösten Salzen betragen. Es folgt ca. 2 km weiter der Ort Ritteburg (370 Einwohner) mit einer Schleuse. Hinter Ritteburg nimmt die Unstrut von links die Helme auf, an deren Mündung der sachsen-weimarische Ort Kalbsrieth (577 Einwohner) gelegen ist. Einige hundert Meter vor der Mündung der Helme in die Unstrut mündet auf dem linken Ufer der Helme die Endlaugenleitung der Gewerkschaft „Thüringen" (Gemarkung Heygendorf). Die Endlaugenleitung hat eine Länge von rund 3 km. Die Gewerkschaft liegt in einer etwa 120 qkm großen Enklave des Großherzogtums Sachsen-Weimar. Die Einleitung der Endlaugen erfolgt auf preußischem Gebiet. Etwa 4 km weiter stromab folgen die Dörfer Schönewerda (472 Einwohner) mit Mühle und Ziegelei und Eßmannsdorf (414 Einwohner), 3 km weiter Bottendorf (1236 Einwohner) mit einem Kupferbergwerk und nach weiteren 2 km Roßleben

[1]) Die Brauerei liefert täglich etwa 50 cbm Abwasser, die Malzfabrik 40 cbm, letztere werden zunächst von der kleinen Helme aufgenommen.

Digitized by Google

(2043 Einwohner) nebst Kloster-Schule Roßleben (174 Einwohner), mit einer Mühle, einer Zuckerfabrik, einer Molkerei und einer Spritfabrik. Etwa 2 km unterhalb Roßleben befindet sich auf dem linken Ufer die Mündung der 2 km langen Endlaugenleitung der Gewerkschaft Roßleben. Ein Kilometer weiter abwärts folgt der Gutsbezirk Wendelstein (304 Einwohner), nach weiteren 2 km Dorf und Gut (früheres Kloster) Memleben (581 Einwohner), 4 km weiter Groß- und Klein-Wangen (487 Einwohner) und nach 2 km die Stadt Nebra (2573 Einwohner). Bis zur Mündung der Unstrut in die Saale bei Naumburg reihen sich dann noch folgende unmittelbar an der Unstrut gelegene Ortschaften an: Die Gutsbezirke Zingst (110 Einwohner) und Vitzenburg (196 Einwohner) mit Zuckerfabrik, die Dörfer Reinsdorf (1001 Einwohner), Wetzendorf (339 Einwohner), Wennungen (332 Einwohner) und Dorndorf (225 Einwohner), die Stadt Laucha (2306 Einwohner) mit Zuckerfabrik und Brauerei, und die Stadt Freyburg (3296 Einwohner) mit Keltereien, Essigfabrik, Ziegeleien, Molkerei, Mühlen, und schließlich das Dorf Groß-Jena (434 Einwohner). Von Oldisleben an gerechnet kann man demnach die Zahl der unmittelbaren Unstrutanwohner auf rund 25 000 bis 26 000 Personen veranschlagen.

Von der Sachsenburger Pforte an fließt die Unstrut in einem verhältnismäßig breiten Tal dahin, von Memleben bis Nebra wird das Tal schmäler, von Nebra bis Laucha tritt wieder eine Verbreiterung ein, und von Laucha bis zur Mündung herrschen wechselnde Verhältnisse. Der Flußlauf der Unstrut zeigt viele Krümmungen und Windungen, welche im Unterlaufe im Interesse der Schiffahrt allerdings größtenteils beseitigt sind. Die Ufer sind meist ziemlich hoch, steil geböscht oder mit Buschwerk, Weiden und Schilf bestanden. Zum Betrieb einer Reihe von Mühlen sind oberhalb der zahlreichen Wehre Mühlgräben abgeleitet. Zwischen dem Wehr bei Bretleben und der Mündung in die Saale sind 12 Schleusen eingebaut. Seitens der „Sozietät zur Regulierung der Unstrut von Bretleben bis Nebra“ ist in den Jahren 1857/65 die Melioration einer annähernd 50 qkm großen Talfläche, meist auf dem rechten Unstrutufer gelegen, von Heldrungen bis Nebra ausgeführt worden. Das früher durch die Sommerhochwässer gefährdete Gelände, welches nur als Wiesen- und Weideland benutzt werden konnte, wird seit dieser Zeit dem Ackerbau nutzbar gemacht dadurch, daß ein auf dem rechten Ufer der Unstrut mittelst einer Schleuse unterhalb Bretleben abgezweigter, 19,4 km langer Flutkanal quer durch die mit einem Winterdeiche eingepolderte Niederung hindurchgeleitet und dem Flusse erst dicht oberhalb Memleben wieder zugeführt wird. Dieser Kanal nimmt zugleich sämtliche Entwässerungsgräben des Polders auf[1]). Seitens der „Sozietät zur Regulierung der Unstrut von Bretleben bis Nebra“ ist bei letzterem Orte ferner eine Umflut angelegt worden, welche bei Hochwasser in Tätigkeit gesetzt werden kann[2]). Von den im Unstruttal existierenden Bewässerungsgenossenschaften ist die größte Memleben mit 1000 Morgen berieselter Fläche. Ein Beaufsichtigungsrecht über den Fluß steht den Genossenschaften nicht zu. In den Bewässerungsgräben fließt das Wasser meist mit natürlichem Gefälle,

[1]) Der Elbstrom, sein Stromgebiet und seine wichtigsten Nebenflüsse, Bd. 2, Berlin 1898, Seite 153.

[2]) Der Elbstrom Bd. 3, Seite 262.

Digitized by Google

nur bei Niederwasser muß es mittelst Lokomobilen gepumpt werden. Das Hochwasser der Unstrut im Frühjahr dient zur düngenden Berieselung, nach dem Heuschnitt wird bewässert. Nach Angabe des Kanalinspektors Breitenbach in Artern sind Schädigungen der Wiesen durch die Berieselung mit Unstrutwasser bisher nicht bekannt geworden. Der Flußboden ist meist sandiger Lehm, stellenweise (Memleben) Fels. Die Wassertiefe schwankt bei mittlerem Niederwasser zwischen 2 und 6 m. Die linksseitige Unstrutniederung zwischen Oldisleben, Frankenhausen und Schönfeld ist noch vielfach Überschwemmungen ausgesetzt.

Durch den Einbau der zahlreichen Stauwerke haben die natürlichen Gefällsverhältnisse der Unstrut wesentliche Veränderungen erlitten, auch die Wasserstände des Unterlaufs werden durch die zum Betriebe der Schiffahrt benutzten Stauanlagen, ferner durch die im Sommer stattfindende Wasserentnahme aus dem Flusse berührt.

Die Helme bringt u. a. städtische Abwässer von Nordhausen (durch die Zorge), Heringen, Kelbra, Roßla, Wallhausen, Sangerhausen und die industriellen Abwässer von Brennereien und Brauereien sowie von Zuckerfabriken (Roßla, Wallhausen).

5. Wasserstände und Abflußmengen.

A. Wasserstände.

Die Abflußmengen sind auf Grund der in dankenswerter Weise von der Königlich Preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde zur Verfügung gestellten Wasserstandsbeobachtungen und Messungen der Wassermengen berechnet worden. Für den vorliegenden Zweck sind die Beobachtungen aus den Jahren 1902—1906 herangezogen worden und außerdem diejenigen aus den Jahren 1892/93. Die Beobachtungen aus den Jahren 1902—1906 versprachen ein gutes Durchschnittsbild der Verhältnisse zu geben, da es sich hier um trockene Jahre und um Jahre mit verhältnismäßig reichlichen Niederschlägen handelt.

Von den zur Verfügung gestellten regelmäßigen Beobachtungen an den Unstrut-Pegeln zu Straußfurt, Sachsenburg, Artern U. P., Wendelstein U. P. und Nebra O. P. und den Messungen der Wassermengen bei Straußfurt, Sachsenburg und Memleben (zwischen Wendelstein und Nebra) wurden die Ergebnisse an den Pegeln zu Sachsenburg und Wendelstein und die festgestellten Wassermengen bei Sachsenburg und Memleben für die Aufstellung der folgenden Berechnungen benutzt.

Da für die Wipper unmittelbar verwertbare Angaben nicht erhalten werden konnten, mußte die Wasserführung dieses Flusses vorläufig annähernd und mittelbar aus der Differenz der Wasserführung der Unstrut oberhalb und unterhalb der Wippermündung errechnet werden (vergl. unter B).

Die Wasserstände der großen Helme am Pegel bei Ober-Röblingen und die der kleinen Helme am Pegel Edersleben, sowie Messungen der Abflußmengen an diesen beiden Stellen standen zur Verfügung.

In ähnlicher Weise, wie dies in dem Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats über den Einfluß der Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter,

Digitized by Google

Oker und Aller[1]) geschehen ist, wurde auf Grund des vorliegenden Materials die Bewegung und Häufigkeit der Wasserstände und die Wasserführung der Unstrut, Wipper und Helme berechnet. Dabei ist die übliche Teilung des Jahres in das hydrologische Winterhalbjahr (vom 1. November bis 30. April) und das hydrologische Sommerhalbjahr (vom 1. Mai bis 31. Oktober) vorgenommen worden. Die Ergebnisse sind graphisch in den folgenden Figuren 1—7 dargestellt.

In der Figur 1 sind die mittleren Wasserstände der Unstrut der einzelnen Monate (schraffierte Linien), die äußersten Wasserstände in den einzelnen Monaten (einfache Linien), d. h. jeweils das mittlere Hochwasser (M. H. W.) und das mittlere Niedrigwasser (M. N. W.) des Monats, sowie die niedrigsten (N. N. W.) und höchsten (H. H. W.) während der Beobachtungszeit vorgekommenen Wasserstände an den Pegeln zu Sachsenburg und Wendelstein graphisch dargestellt. An beiden Beobachtungsstellen fällt das höchste monatliche Mittelwasser (M. W.) in den Monat März, das niedrigste monatliche Mittelwasser in den Monat August. Das hydrologische Sommerhalbjahr zeigt im allgemeinen niedrige Pegelstände. Das Wasser fällt vom Mai bis August, um dann bis zum Oktober wieder zu steigen. Im hydrologischen Winterhalbjahr steigt es vom November dauernd bis zum März und fällt dann wieder ab. Berechnet man noch den Pegelstand des Mittelsommerwassers (M. S. W.) und den des Niedersommerwassers (N. S. W.), so ergeben sich folgende Pegelstände an den beiden Beobachtungsstellen:

Tabelle 2. Wasserstände der Unstrut.

	am Pegel Sachsenburg	am Unter-Pegel Wendelstein
Höchstes Hochwasser (H. H. W.) in dem zur Beobachtung gewählten Zeitraum	2,46 (März 1906)	3,58 (März 1906)
Mittleres Hochwasser (M. H. W.)	1,34	2,06
Mittelwasser (M. W.)	1,12	1,53
Mittleres Sommerwasser (M. S. W.)	1,01	1,29
Mittleres Niederwasser (M. N. W.)	0,98	1,22
Niedersommerwasser (N. S. W.)	0,92	1,02
Niedrigstes Niederwasser (N. N. W.) in dem zur Beobachtung gewählten Zeitraum	0,67 (August 1904)	0,72 (Sept. 1903 und Juli 1904)

Die aus dem Harz kommende, bei Kalbsrieth in die Unstrut auf dem linken Ufer einmündende Helme zeigt eine unregelmäßigere Wasserführung als die Unstrut, da in ihrem Niederschlagsgebiet, besonders im Sommer, plötzlich starke Niederschläge nicht zu den Seltenheiten gehören. Immerhin ist der Verlauf der durchschnittlichen Wasserstände in der großen und kleinen Helme ähnlich dem in der Unstrut. Als Grundlage für die Berechnungen kamen, wie schon erwähnt, die Aufzeichnungen der Pegelstände in Edersleben (Kleine Helme) und Ober-Röblingen (Große Helme) in Betracht[2]). Es konnten nur die Aufzeichnungen aus dem Jahre 1905 benutzt werden,

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Band XXV, 1907, Seite 266.

[2]) Die kleine (oder obere) Helme mündet etwa $^{1}/_{2}$ km oberhalb Ritteburg in die Unstrut, die große Helme kurz unterhalb Ritteburg.

Digitized by Google

Fig. 1. Unstrut.

Äußerste Wasserstände und Mittelwasserstände in den Jahren 1902—1906.

A: Pegel zu Sachsenburg. Beobachtungszeit mittags. Niederschlagsgebiet 4164 qkm. Pegelnullpunkt 126,16 m über N. N.

B: Pegel zu Wendelstein, Schleuse U. P. Beobachtungszeit mittags. Niederschlagsgebiet 5955 qkm. Pegelnullpunkt 112,10 m über N. N.

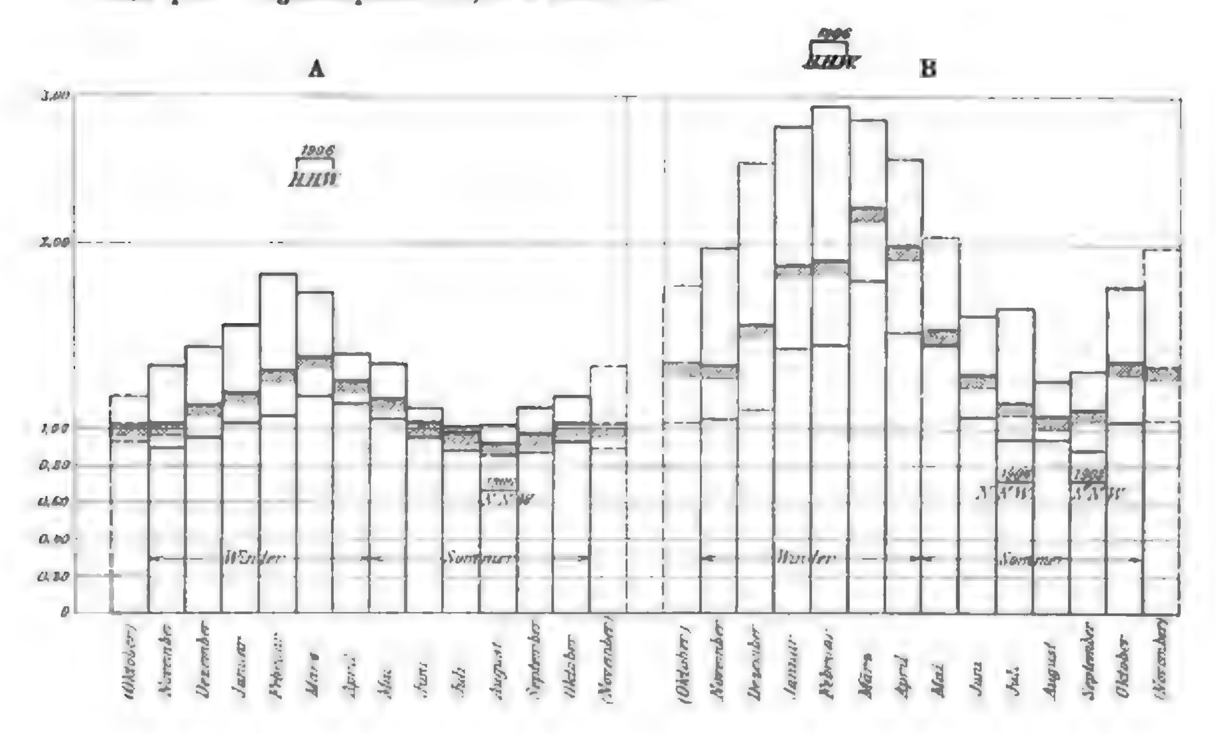


Fig. 2. Die beiden Helmen.

Äußerste Wasserstände und Mittelwasserstände in dem Jahre 1905.

A: Pegel zu Edersleben (Kleine Helme). Beobachtungszeit mittags. Niederschlagsgebiet und Pegelnullpunkt nicht bekannt.

B: Pegel zu Ober-Röblingen (Große Helme). Beobachtungszeit mittags. Niederschlagsgebiet 1115 qkm. Pegelnullpunkt 125,76 m über N. N.

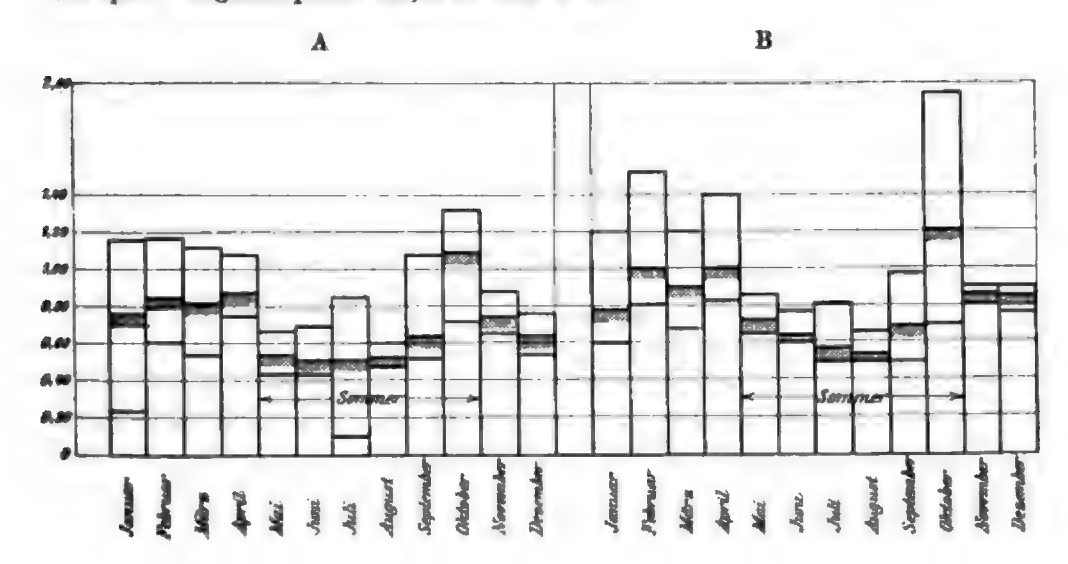
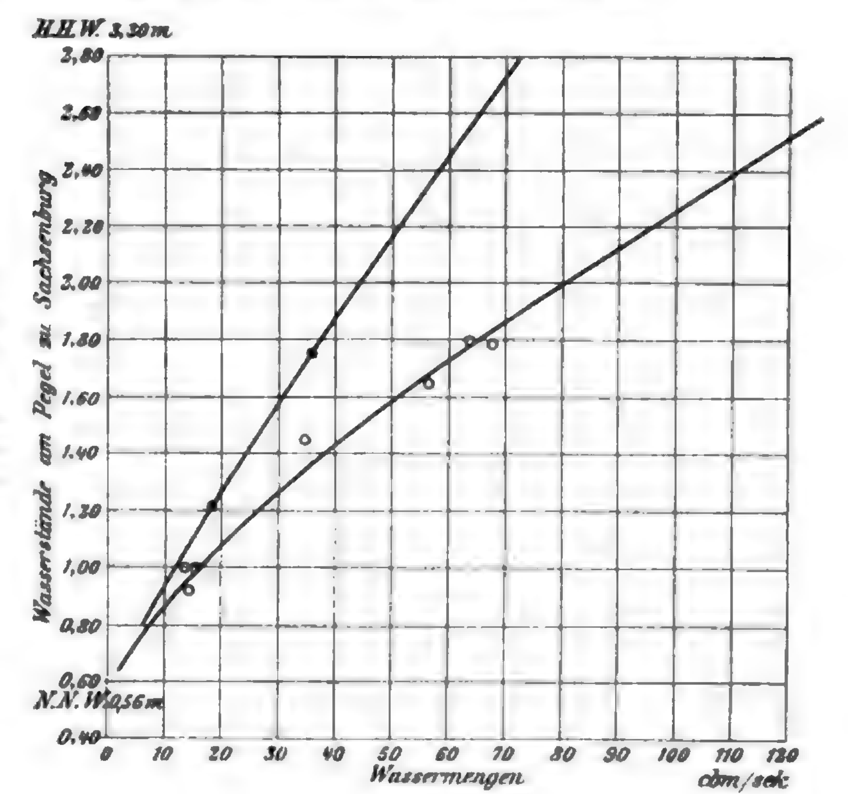


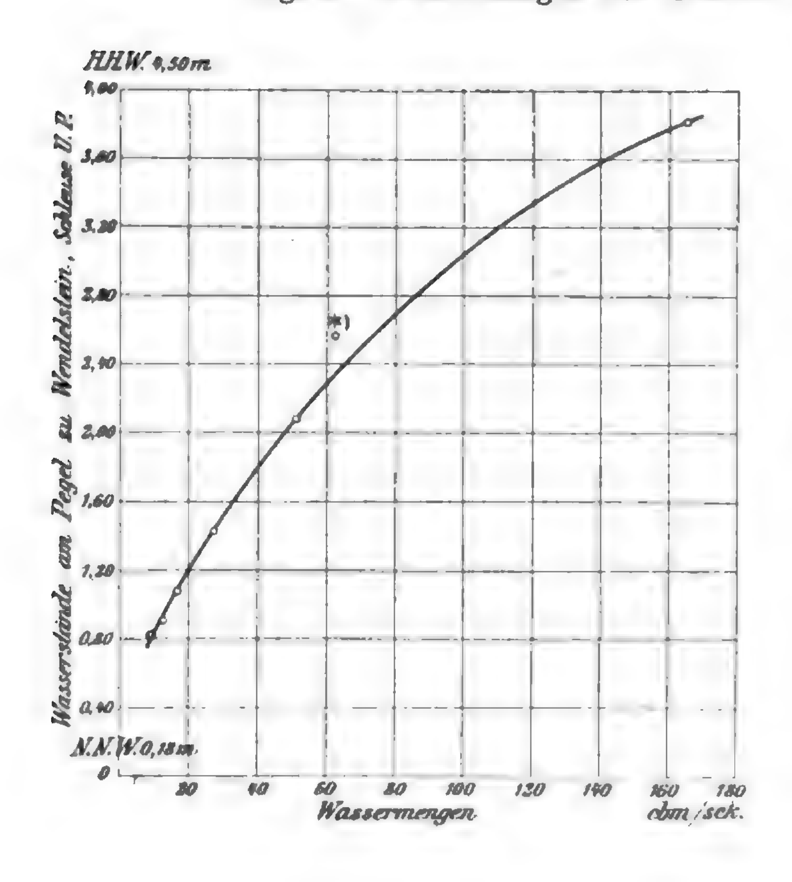
Fig. 3. Wassermengen der Unstrut bei Sachsenburg.



o Meßstelle 30 m oberhalb der Chausseebrücke, unterhalb der Wippermündung.

• Meßstelle 250 m oberhalb der Chausseebrücke, 135 m oberhalb der Wippermündung.

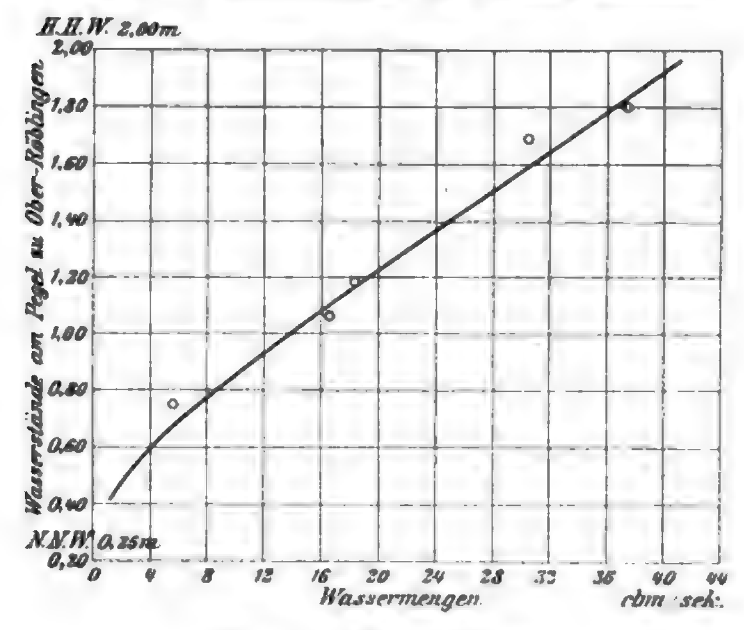
Fig. 4. Wassermengen der Unstrut bei Memleben.



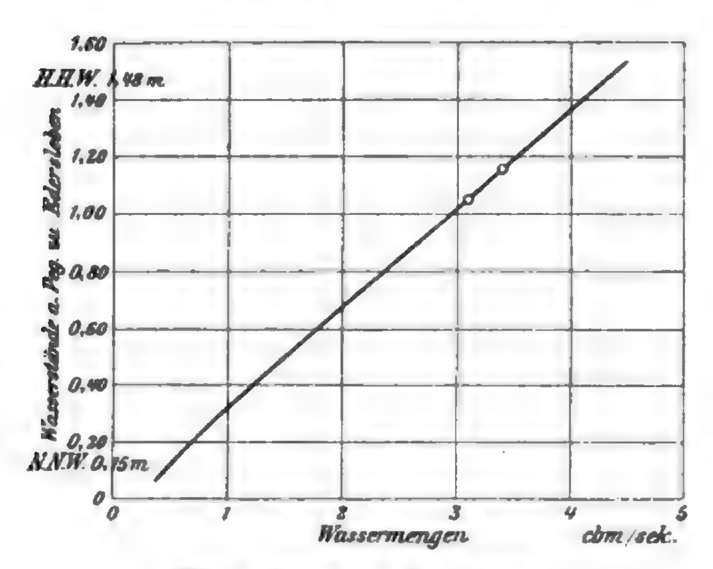
* Messungsergebnis unsicher, da während der Messung im Flusse starkes Schlammtreiben stattfand.

Digitized by Google

Fig. 5. Wassermengen der beiden Helmen.



Helme bei Ober-Röblingen.



Kleine Helme bei Edersleben.

Fig. 6. Wassermengendauerlinien der beiden Helmen.

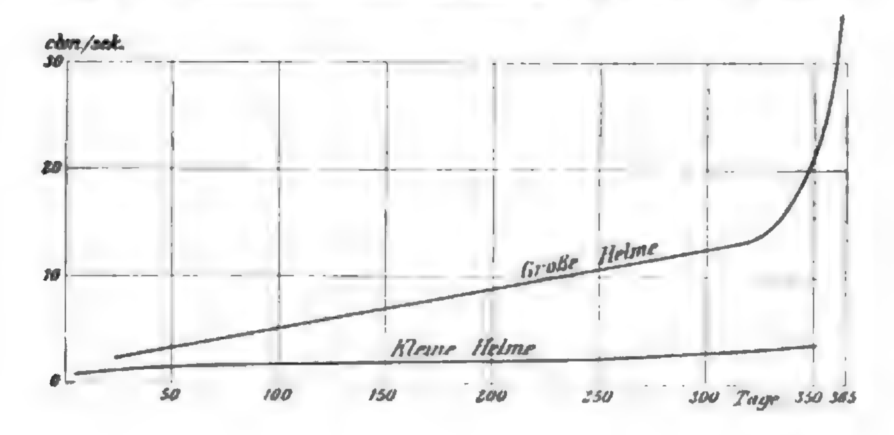
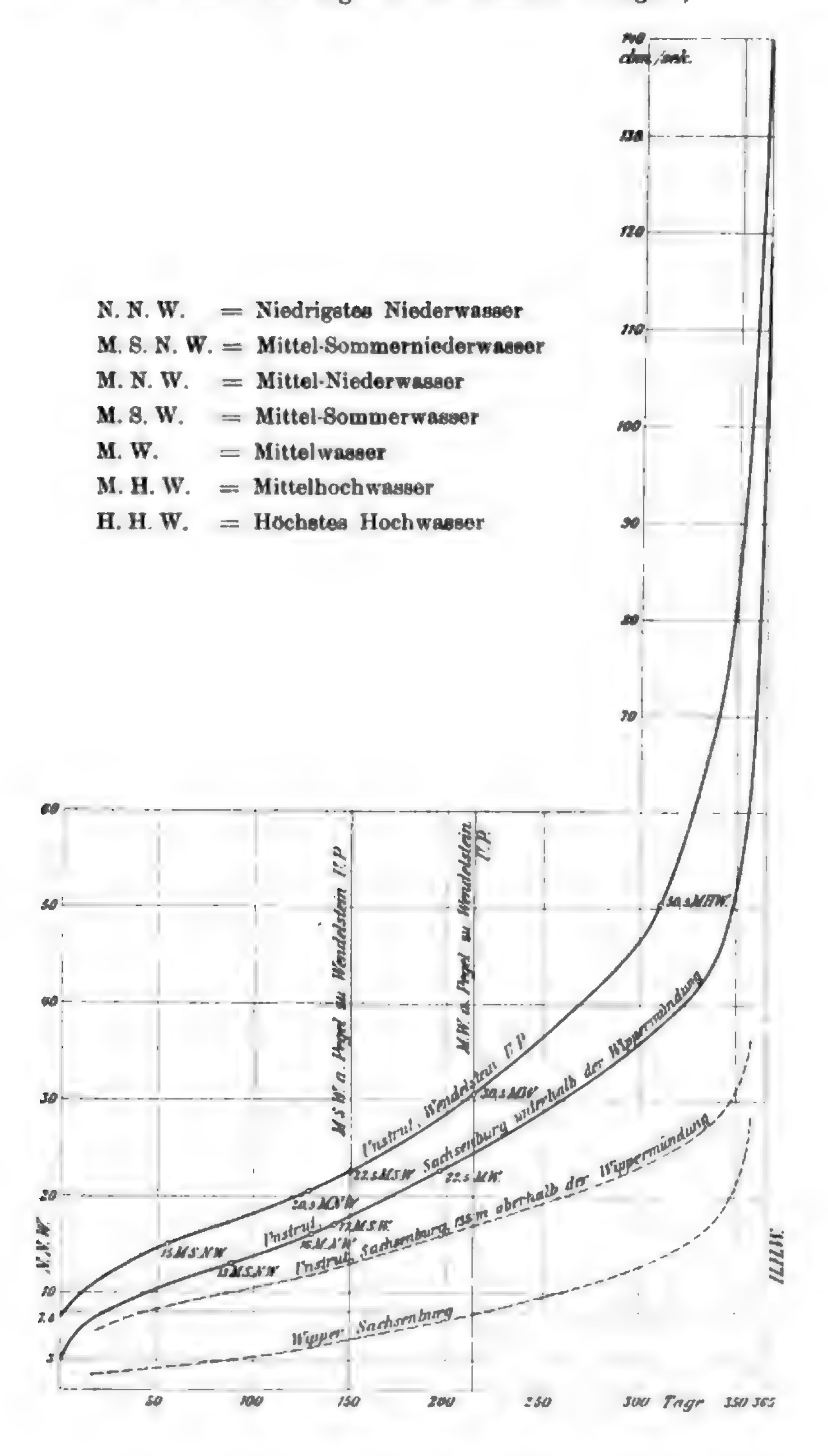


Fig. 7. Wassermengendauerlinien der Unstrut (und der Wipper) nach den Pegeln in Wendelstein U. P. (Memleben) und Sachsenburg. (Die Tageszahlen sind auf den Pegel in Wendelstein bezogen.)



Digitized by Google

da nur für dieses Jahr vollständige Angaben vorliegen, und es mußten daher die diesen Angaben entnommenen Zahlen der Betrachtung zu Grunde gelegt werden.

Tabelle 3. Wasserstände der Helme.

	am Pegel Edersleben	am Pegel Ober-Röblingen
Höchstes Hochwasser (H. H. W.)	1,32 (10. u. 18. Oktob.)	1,95 (18. Oktober)
Mittleres Hochwasser (M. H. W.)	0,97	1,10
Mittelwasser (M. W.)	0,71	0,81
Mittleres Sommerwasser (M. S. W.)	0,64	0,73
Mittleres Niederwasser (M. N. W.)	0,49	0,66
Mittleres Sommerniederwasser (M. S. N. W.) . .	0,45	0,58
Niedrigstes Niederwasser (N. N. W.)	0,10 (Juli)	0,55 (Juli, August, September)

Die graphische Darstellung in Figur 2 gibt ein Bild des Abflußvorganges:

Höchster Wasserstand im Oktober, Mittelwasser bis mittleres Hochwasser vom November bis April, Niederwasserperiode vom Mai bis August (September). Bei Hochwasser ist die Helmeaue von Ritteburg aufwärts bis zum Kyffhäuser überschwemmt. Die obere (kleine) Helme kann bei Brücken ganz abgesperrt werden, um sie Bewässerungszwecken nutzbar zu machen. Solche Fälle kommen im Sommer vor und beeinflussen natürlich erheblich die Wasserstands- und Abflußverhältnisse.

B. Abflußmengen.

Zur Berechnung der Abflußmengen sind außer den Wasserstandsbeobachtungen Angaben über die Abflußmengen in der Nähe der einzelnen Pegelstellen notwendig. Entsprechende Messungen liegen u. a. vor für die Pegelstellen Sachsenburg, Oberröblingen und Edersleben; für die Pegelstelle Wendelstein müssen die Messungen bei dem etwa 1 ½ km stromab gelegenen Memleben benutzt werden. Die in den Figuren 3—5 wiedergegebenen, aus den einzelnen Messungen konstruierten, den wechselnden Pegelständen entsprechenden Wassermengenkurven sind ebenfalls von der Königlich Preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde zur Verfügung gestellt worden[1]). Für die Beurteilung der vorliegenden Verhältnisse ist es von besonderer Wichtigkeit, zu wissen, wie häufig die einzelnen Pegelstände bezw. die zugehörigen Abflußmengen im Durchschnitt des Beobachtungsjahrs vorkommen. Dies ist durch Auszählung aus den Tabellen der Pegelbeobachtungen festzustellen und dann aus den auf Grund dieser Beobachtungen konstruierten Wassermengenkurven zu entnehmen. Trägt man in ein Koordinatensystem die gefundenen Pegelwerte bezw. Wassermengenwerte als Ordinate ein und die Anzahl der Tage im Jahr als Abszisse, so entsteht, nach Verbindung der erhaltenen Punkte die sogen. Wasserstandsdauerlinie, bezw. die sogen. Wassermengendauerlinie. Letztere, als die im vorliegenden Fall wichtigere, ist in der Figur 7 für die Unstrut oberhalb und unterhalb der Wippermündung und in

[1]) In Figur 3 und 5 sind die Meßpunkte, soweit es noch nicht geschehen war, durch Linien verbunden worden.

der Figur 6 für die große und kleine Helme konstruiert worden. Die Wassermengendauerlinie gibt an, an wie vielen Tagen im Jahr durchschnittlich die Wasserführung eine bestimmte Menge [sek./cbm] nicht überschritten hat. So wurde z. B. die dem mittleren Wasserstand am Pegel zu Wendelstein (1,53) zugehörige Wassermenge von 30,5 sek./cbm. bei Memleben durchschnittlich an 213 Tagen im Jahre noch nicht erreicht und an 152 Tagen erreicht oder überschritten.

Die Wasserführung der Wipper an ihrer Mündung mußte, wie oben erwähnt, da unmittelbare Angaben hierüber nicht vorlagen, aus den Beobachtungen über die Wasserführung der Unstrut oberhalb und unterhalb der Wippermündung berechnet werden. Auf Grund der Fixpunkte, welche durch die beiden Wassermengenmessungen in der Unstrut oberhalb der Wippermündung seitens der Königlich Preußischen Landesanstalt für Gewässerkunde gegeben waren, ist auch für die Unstrut oberhalb der Wippermündung die Wassermengendauerlinie konstruiert worden (unterbrochene Linie in Figur 7); die Differenz der beiden Unstrutkurven wurde als hypothetische Wassermengendauerlinie der Wipper eingetragen (ebenfalls unterbrochene Linie, Figur 7). Diese hat allerdings infolge der indirekten Ableitung eine etwas unwahrscheinliche Form erhalten.

Nach der amtlichen Auskunft, welche gelegentlich der Beratungen in Sondershausen am 9 Mai 1902 gegeben worden ist, beträgt die Wasserführung der Wipper an ihrer Mündung bei Niedrigwasser 1,3 und bei Mittelwasser 5,1 sek./cbm[1]). Diese Annahmen beruhen allerdings wohl vorwiegend auf Schätzungen, da Unterlagen für genauere Ermittelungen fehlen. Nach Ansicht des Geh. Ober-Baurats Dr. Ing. Keller darf man die mittlere Abflußmenge für das sehr niederschlagsarme Wippergebiet höchstens auf 3,5 sek./cbm veranschlagen. Nach Angabe in einem Gutachten des Hofrates Dr. Wagner[2]) (Sondershausen) vom Februar 1908 beträgt die Wasserführung der Wipper zwischen Hachelbich und Göllingen bei trockener regenarmer Jahreszeit 1,0—2,0 sek./cbm.

Aus den Wassermengendauerlinien läßt sich die Häufigkeit der wichtigsten sekundlichen Abflußmengen, nämlich die des Mittelwassers, des Sommermittelwassers und des mittleren Sommerniederwassers ablesen. Die Ablesungen an den Enden der Kurven besonders der rechten Seite (siehe Figur 6 und 7) sind wegen des steilen Verlaufs der Kurven an diesen Stellen mit sehr großen Fehlern behaftet und wären daher an und für sich am besten wegzulassen. Um aber ein Bild über den Gesamtabfluß zu geben, glaubten die Berichterstatter, sie trotzdem anführen zu müssen. Zum Zeichen, daß diese Zahlen hypothetisch sind, wurden sie in der Tabelle 4 in doppelte Klammern [[ ]] eingeschlossen.

Der höchste Hochwasserstand (H. H. W.) am Pegel zu Wendelstein (3,58) — in den 5 beobachteten Jahren — entsprechend einem Wasserabfluß von 140 sek./cbm,

---

[1]) Bei Bleicherode 0,6 sec/cbm bei Niedrigwasser und 2,4 sec/cbm bei Mittelwasser.

[2]) Gutachten, betreffend die Frage: Sind durch Ableitung von Endlaugen der Gewerkschaft Günthershall in die Wipper bis zu einer Verhärtung von 55° irgend welche Schädigungen zu befürchten?

Digitized by Google

wird (vergl. Tab. 4) in 365 Tagen, der Mittelhochwasserstand (M. H. W.) bei 2,06 gelegen, mit 50,5 sek./cbm Wasserführung nach der graphischen Darstellung in Figur 7 in 311 Tagen nicht erreicht oder überschritten. Mithin sollte ein Wasserstand zwischen höchstem Hochwasser und Mittelhochwasser oder eine Wasserführung zwischen 140 und 50,5 sek./cbm (Mittel ungefähr 95 sek./cbm) an 54 Tagen bestehen, was aber nach den obigen Ausführungen nicht sicher ist. Die gleiche Rechnung, auf die aber der vorstehende Einwand nicht mehr zutrifft, ist für die Tageszahlen 213 (Mittelwasser), 150 (Sommermittelwasser), 128 (Sommerniederwasser) und 55 (mittleres Sommerniederwasser) ausgeführt. Um den großen Sprung zwischen Sommermittelwasser und mittlerem Sommerniederwasser zu vermeiden, ist die Berechnung auch noch für die Tageszahl 100 eingeschoben und zum Schluß ist ferner noch die Berechnung für die Tageszahl 20 und 0 – dem niedrigsten Niederwasser — angeführt worden.

Die Zahlen in Spalte 5 und 6 der Tabelle 4 sind, wie aus der Darstellung weiter oben schon hervorgeht, nicht auf Grund von Messungen, sondern auf Grund von Berechnungen und durch Interpolation gefunden.

Tabelle 4. Abfluß in sek./cbm nach dem Pegel in Wendelstein U. P.

1	2	3	4	5	6	7
Tageszahlen	Dauer in Tagen	Wendelstein U. P. sek./cbm	Sachsenburg Unstrut und Wipper sek./cbm	Sachsenburg Unstrut sek./cbm	Sachsenburg Wipper sek./cbm	Große und kleine Helme sek./cbm
365 H. H. W.		140	113	[60]	[55]	[45]
311 M. H. W.	54	[(95)]	[(75)]	[(42)]	[(34)]	[(30,5)]
		50,5	37,8	24,1	13,7	15,9
	98	[40,5]	[31,2]	[20,5]	[10,7]	[13,6]
213 M. W.		30,5	24,5	16,9	7,6	11,2
	63	[26,5]	[21,2]	[14,9]	[6,3]	[10,0]
150 M. S. W.		22,5	17,8	12,9	4,9	8,7
	22	[21,5]	[16,9]	[12,3]	[4,6]	[8,4]
128 M. N. W.		20,5	15,9	11,7	4,2	8,9
	28	[19,4]	[14,9]	[11,2]	[3,7]	[7,4]
100		18,2	13,8	10,6	3,2	6,8
	45	[16,6]	[12,3]	[9,6]	[2,7]	[6,0]
55 M. S. N. W.		15,0	10,8	8,6	2,2	5,1
	35	[13,2]	[9,2]	[7,4]	[1,8]	[4,2]
20		11,3	7,6	6,2	1,4	3,3
	20	[9,4]	[5,3]	[4,2]	[1,1]	[2,5]
0		7,5	3,0	[2,2]	[0,8]	[1,6]

Anmerkung. Pegel Wendelstein U. P. wird der Rechnung zugrunde gelegt, da für Memleben Wassermengenmessungen und für Roßleben Analysen vorliegen. Die in [ ] gesetzten Zahlen sind nicht maximale Abflußmengen, sondern die mittleren Abflußmengen in sek./cbm für die in Spalte 2 angeführte Zeitdauer.

Digitized by Google

6. Kurze Übersicht über den Gebrauch von Wipper- und Unstrutwasser für wirtschaftliche, landwirtschaftliche und industrielle Zwecke.

(Nähere Angaben finden sich in den Abschnitten 11 und 13.)

Nach den vorliegenden Angaben findet das Wasser der Wipper zu Tränkzwecken, besonders für Schafe und zum häuslichen Gebrauch, aber nicht zu Trinkzwecken Verwendung. Auch zur Bewässerung von Gartenanlagen und bei Hochwasser zur düngenden Überschwemmung der tiefgelegenen Wiesen scheint das Wipperwasser zu dienen, ohne daß indessen künstliche Bewässerungsanlagen vorhanden sind. Das beim Übertritt des Wassers der Überschwemmung ausgesetzte Gebiet soll in den Gemarkungen Göllingen, Seega, Günserode, Seehausen, Esperstedt und Ringleben etwa 3500 Morgen umfassen. In Schwarzburg-Sondershausen scheint das Wipperwasser zu Tränkzwecken nur vereinzelt benutzt zu werden. Die Zuckerfabrik in Wolkramshausen benutzt das Wasser der Wipper zu Fabrikationszwecken (Rübenschwemme, Rübenwäsche, Diffusion, sowie zum Speisen der Dampfkessel). Im Regierungsbezirk Erfurt dient, wie verlautet, das Wipperwasser vielfach zum Viehtränken.

Das Wasser der Unstrut soll zu Trink- und Tränkzwecken, für den häuslichen Gebrauch und für gewerbliche Zwecke im großen Umfange gebraucht werden. Die Stadt Artern benutzt das Unstrutwasser nicht nur zu hauswirtschaftlichen Zwecken und zum Viehtränken, sondern auch zu Trinkzwecken, da 85 Private an die neue zentrale Wasserleitung noch nicht angeschlossen sind. Aber auch andere Orte, wie Bretleben, Gehhofen, Schönfeld und Ritteburg, sind in mehr oder minder großem Umfange auf Benutzung des Unstrutwassers zu Wasch-, Koch- und Trinkzwecken angewiesen. Auch in landwirtschaftlicher Beziehung, z. B. zur Wiesenbewässerung, wird in diesen Gemeinden das Unstrutwasser durch die „Sozietät zur Regulierung der Unstrut von Bretleben bis Nebra“ und durch ähnliche unterhalb des genannten Sozitätsgebietes gelegene Genossenschaften verwendet. Die vorher genannten Zuckerfabriken in Oldisleben, Artern, Roßleben, Vitzenburg und Laucha entnehmen ebenfalls ihr Betriebswasser der Unstrut.

7. Ortsbesichtigungen.

Am 22. und 23. Oktober 1907 wurde[1]) eine erstmalige Besichtigung der örtlichen Verhältnisse an der Unstrut vorgenommen. Es nahmen daran Teil die Berichterstatter, sowie der wissenschaftliche Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamt Dr. Pleißner, ferner im Auftrage des Königlich Preußischen Ministers für Handel und Gewerbe der Regierungs- und Gewerberat Scultetus (Merseburg) und im Auftrage der Großherzoglich Sächsischen Regierung der Regierungsrat Dr. Ebsen (Weimar), der Bezirksdirektor Dr. Heydenreich (Apolda) und der Bezirkskommissar Dr. Wagner (Apolda). Ferner waren von der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst“ der Direktor Dr. Sachse, Dr. Krüger und Dr. Koelichen erschienen. Es wurde am 22. Oktober zunächst die noch im Bau begriffene Fabrik der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst“

[1]) In den Monaten Juli, August, September konnte aus äußeren Gründen die Besichtigung nicht ausgeführt werden.

Digitized by Google

besichtigt, sowie die für die Einleitung der Endlaugen dieser Fabrik in die Unstrut vorgesehene Stelle. Die an der Chaussee Seehausen—Oldisleben gelegene Fabrik will ihre Endlaugen vermittelst einer 2 km langen Rohrleitung ungefähr 1 km unterhalb der Oldisleben-Heldrunger Brücke in die Unstrut schicken[1]. Die Unstrut ist an dieser Stelle gegen 25 m breit und verhältnismäßig tief. Die Endlaugen sollen mittelst eines 6 $^1/_2$ m weit in den Fluß hineingelegten durchlochten Rohres von 20 mm Lochweite eingeleitet werden, so daß eine möglichst gute Durchmischung von Endlaugen und Flußwasser zu Stande kommt. Vor der Einmündungsstelle des Rohres ist am Ufer ein Mischbassin aus Mauerwerk hergestellt worden. Für den Fall, daß die Einleitung von Endlaugen in unverdünntem Zustande in die Unstrut nicht angängig sein sollte, können die Laugen hier vorher im Verhältnis 1 : 3 mit Unstrutwasser verdünnt werden. In der Nähe des Mischbassins ist seitens der Gewerkschaft ein etwa 2 ha großes Wiesengelände für Rieselversuche mit Endlaugen bereit gestellt.

Stromaufwärts von der Einleitungsstelle, 12 m von der Unstrut entfernt, hat die Fabrik zur Gewinnung von Dampfkesselspeisewasser einen Brunnen angelegt, dessen Wasser auf seine elektrische Leitfähigkeit hin untersucht wurde[2]. Zum Vergleich wurde auch das benachbarte Unstrutwasser geprüft. An der Oldislebener Brücke wurden sodann Proben aus der Unstrut für die chemische Untersuchung entnommen. Darauf wurde die Einmündung der Wipper in die Unstrut bei der Sachsenburger Mühle besichtigt; gleichzeitig wurden Proben aus der Wipper entnommen. Ebenso fand eine Entnahme von Proben aus der Unstrut oberhalb des Einflusses der Wipper statt. (Letztere Proben wurden sowohl vom Referenten, Geheimen Medizinalrat Professor Dr. Beckurts, als auch im Kaiserlichen Gesundheitsamt analysiert). Es wurde dann die Besichtigungsfahrt fortgesetzt über Heldrungen nach Bretleben, wo sich ein Stauwehr in der Unstrut befindet. Einige hundert Meter unterhalb der Bretlebener Brücke münden, wie schon erwähnt, auf dem linken Ufer die Abwässer der Gewerkschaft Heldrungen ein. Die Einführung der Heldrunger Endlaugen in die Unstrut geschieht in der Weise, daß ein mit Endlauge betriebener Injektor Wasser ansaugt, dieses mit Endlauge mischt und durch vier über der Mittelwasserebene je einige Meter von einander entfernte Ausmündungen in den Fluß ablaufen läßt. Zur Zeit der Besichtigung hatte die Gewerkschaft mit Wassereinbruch zu kämpfen, förderte also keine Salze, sondern ließ nur das ausgepumpte Schachtwasser abfließen, dessen elektrische Leitfähigkeit geprüft wurde.

Der herbeigerufene Fischpächter Grobe aus Bretleben machte Angaben über das Zurückgehen des Fischreichtums in der Unstrut. Der Ertrag der Fischerei soll in den letzten Jahren gegen früher auf etwa $^1/_3$ gesunken sein. Indessen sei ein wirkliches Fischsterben nicht vorgekommen. Hechte, Barben und Barsche seien im Unstrutwasser noch vorhanden, dagegen würden Aale nicht gefangen, obwohl von Zeit zu Zeit Aalbrut eingesetzt werde.

Im weiteren Verlauf der Besichtigung wurden gegen Abend noch aus dem Soolgraben und dem Ringlebener Kanal oberhalb Schönfelds Wasserproben entnommen.

---

[1] Seit dem Sommer 1908 werden die Endlaugen tatsächlich dort eingeleitet.

[2] Untersuchungsergebnisse in den Anlagen.

Am Abend wurde Artern erreicht. Am 23. Oktober wurden zunächst die Friedhofsquelle und die Ableitung der Mutterlaugen der Königlichen Saline, beide in Artern, besichtigt. An beiden Stellen wurden Proben entnommen. Die Friedhofsquelle liefert 72 Sekundenliter, und ihr Wasser enthält 4% Chloride. Die Saline in Artern produziert angeblich täglich 600 Zentner Salz. Die Mutterlaugen wurden früher in einer Fabrik weiter verarbeitet, gehen jetzt aber in die Unstrut. Aus der Unstrut bei der Arterner Schleuse wurde eine Wasserprobe geschöpft.

Der Zweck der weiter fortgesetzten Besichtigung bestand hauptsächlich darin, die an der Unstrut liegenden Ortschaften kennen zu lernen und sich nach Möglichkeit über die Berechtigung der Einsprüche zu orientieren, welche viele derselben gegen die der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst" in Oldisleben erteilte Konzession erhoben hatten. (Vgl. Abschnitt 13.) Nachdem oberhalb Ritteburg aus der Unstrut noch eine Probe entnommen worden war — hier war das Flußwasser durch die Abwässer der Zuckerfabrik Artern deutlich verunreinigt — wurde in Ritteburg selbst der Gemeindebrunnen und der Brunnen in der Obermühle (Köhler) und das Unstrutwasser einer Prüfung unterzogen, dann wurde die Mündung der Helme bei Kalbsrieth und die Einmündungsstelle der Abwässer des Kaliwerkes Thüringen bei Heygendorf besichtigt. Der Lehrer von Kalbsrieth ist von der Großherzoglich Sächsischen Bezirksdirektion in Apolda mit der Kontrolle der Härte des Helmewassers beauftragt, wird aber dafür von der Gewerkschaft Thüringen mit 300 M. honoriert. Als Verhärtungsgrenze für die Helme sind von der genannten Bezirksdirektion 45 deutsche Härtegrade festgesetzt; bei Überschreitung dieser Grenze muß der genannte Kontrolleur den Ortsvorstand und die Gewerkschaft benachrichtigen. Die Probeentnahme findet täglich zwischen 10 und 12 Uhr statt und wurde der Kommission vorgeführt: 300 m unterhalb der Einmündungsstelle der Endlaugen liegt quer im Fluß, vom linken Ufer aus vorgeschoben, ein 5 cm starkes Saugerohr, das an seinem Ende mit Löchern von 7 mm Durchmesser versehen ist. Das Rohr mündet in einen am linken Ufer hergestellten sorgfältig abgedeckten Schacht, in welchem eine Flügelpumpe das Wasser ansaugt. Es wurde eine Probe des Wassers entnommen[1]).

In Schönewerda wurden Proben aus der Unstrut und aus den Brunnen der Häuser Koch und Meyer entnommen. Die Brunnen liegen 30 und 15 m von der Unstrut entfernt. Sodann wurde dem Kaliwerk Roßleben ein kurzer Besuch abgestattet, welches vorläufig nur Hartsalze verarbeitet, obwohl die zur Verarbeitung von Carnallit erbaute Fabrik fertig dasteht. Letzterer kann nicht verarbeitet werden, weil die Konzession, die dem Werk Roßleben erteilt ist, nur gestattet, die Unstrut auf $37\frac{1}{2}°$ zu verhärten, und das Unstrutwasser an sich gewöhnlich schon eine größere Härte besitzt, bevor es Roßleben erreicht hat. Die Endlaugenleitung des Werkes ist jedoch fertig gestellt. Es ist eine Mischung der Endlaugen mit angesaugtem Unstrutwasser im Verhältnis 1 : 2 vorgesehen. Die Fahrt wurde nach Nebra fortgesetzt, woselbst

[1]) Nach Mitteilung der Gewerkschaft Thüringen an die Großherzoglich Sächsische Bezirksdirektion in Apolda hat ein regelmäßiges Ablassen von Endlaugen bis Ende 1907 nicht stattgefunden.

Digitized by Google

das Wasser des Hauptbrunnens der 1892 erbauten zentralen Wasserleitung und das benachbarte Unstrutwasser untersucht wurden. Der Hauptbrunnen, welcher nach der erteilten Auskunft durch eine Quelle gespeist wird, liegt ungefähr 30 m vom Unstrutufer entfernt. Unter den Einsprüchen gegen die Konzessionserteilung an die Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst“ hatte sich auch der Einwand des Bürgermeisters der Stadt Nebra befunden, daß das Wasser des Wasserwerksbrunnens durch das Wasser der Unstrut nachteilig beeinflußt werden könnte. Der Bürgermeister gab indessen selbst zu, daß im allgemeinen eine Beziehung zwischen den Wasserständen der Unstrut[1]) und den Wasserständen des Brunnens nicht bestände, während nach Angabe des Bürgermeisters der Wasserspiegel eines zweiten städtischen Brunnens mit dem Wasserspiegel der Unstrut gleichmäßig steigt und fällt und deswegen für die Zwecke der Wasserversorgung nicht mehr benutzt wird.

Auch in Laucha, wohin die Kommission gegen Abend gelangte, wurde eine Untersuchung einiger öffentlicher Einzelbrunnen, welche 100—150 m von der Unstrut liegen (Brunnen in der Unterkrautgasse und Oberkrautstraße), vorgenommen und gleichzeitig das benachbarte Unstrutwasser geprüft.

Damit war die erste Besichtigungsreise beendigt. Es war beabsichtigt, im Frühjahr 1908 noch eine Befahrung der Unstrut vorzunehmen. Da aber unter dem 31. März 1908 das Fürstlich Schwarzburgische Ministerium zu Rudolstadt beantragt hatte, das Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats auch auf die Wipper auszudehnen und die höchste zulässige Verhärtung dieses Flusses festzustellen, so mußten zunächst die örtlichen Verhältnisse an der Wipper durch die Berichterstatter in Augenschein genommen werden. Diese zweite Bereisung fand in der Zeit vom 1. bis 3. Juni 1908 statt.

An der Bereisung nahmen außer den Berichterstattern und dem wissenschaftlichen Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamt Dr. Pleißner teil als Vertreter des Regierungspräsidenten zu Erfurt der Geheime Regierungsrat und Gewerberat Rittershausen und als Vertreter des Königlichen Landrates des Kreises „Grafschaft Hohenstein“ Regierungsassessor Andreae, als Vertreter der Fürstlich Schwarzburg-Rudolstädtischen Regierung Regierungsrat Wißmann (Rudolstadt) und Landrat Dr. Thiemer (Frankenhausen). Ferner hatten sich, auf Wunsch der Referenten, noch der Kommission angeschlossen Professor Dr. Immendorff (Jena) und Hofrat Medizinalassessor Dr. Wagner (Sondershausen).

Am 1. Juni nachmittags wurde zunächst das fiskalische Kaliwerk Bleicherode sowohl über Tage wie unter Tage besichtigt. In dem Werk werden zur Zeit lediglich Sylvinite mit einem Chlorkaliumgehalt von etwa 25% verarbeitet. Die umfangreichen Carnallitlager sind nur anfänglich (1902) etwa 1/2 Jahr lang ausgebeutet worden. Die zu ihrer Verarbeitung notwendigen Einrichtungen sind noch in der Fabrik vorhanden. Endlaugen kommen nicht zum Abfluß. Soweit sie entstehen, werden sie wieder in den Betrieb als Lösungsmittel zurückgenommen. Für eine etwaige Verarbeitung von

---

[1]) Zur Zeit der Untersuchung waren die Pegelstände an der Nebra'er Schleuse Oberpegel 2,08, Unterpegel 1,44.

Digitized by Google

Carnallit sind zwei je 1200 cbm fassende Bassins vorhanden. Für den Fall ihrer Entleerung würden zwei elektrisch betriebene Pumpen gleichzeitig Lauge und Flußwasser aus der unmittelbar vorbeifließenden Bode ansaugen. Es würden die Flüssigkeiten in einem eisernen Mischgefäß kaskadenförmig über ausgezackte Bleche hinunterfallen und dadurch eine innige Mischung erfahren. Durch verschiedene Stellung der Pumpen kann man acht verschiedene Mischungsverhältnisse herstellen. Ein zweiter Abfluß führt nach der Wipper, war damals jedoch gleichfalls außer Betrieb.

Am 2. Juni wurden zunächst die Entwässerungsverhältnisse der „Deutschen Kaliwerke" in Bernterode besichtigt.

Das Werk liegt an der Chaussee von Breitenworbis nach Wilfingerode, etwa gegenüber der am Rhinbach gelegenen „weißen Mühle". Nach Angabe eines Betriebsleiters des Werks werden zur Zeit nur Hartsalze verarbeitet. Trotzdem ist die Fabrik mit Einrichtungen zur Verarbeitung von Carnalliten versehen. Eine Abwässerkonzession besitze das Werk überhaupt nicht. Die Kommission konnte einen aus der Fabrik kommenden, in den Rhin mündenden Abzugsgraben feststellen, der indessen nur geringe Wassermengen führte. Von diesem Wasser wurde eine Probe zur Untersuchung entnommen. Es wurden außerdem Wasserproben entnommen und Bestimmungen des elektrischen Leitvermögens des Wassers ausgeführt: am Rhinbach an der „weißen Mühle", an der Wipper oberhalb der Einmündung des Rhinbachs und an der Wipper unterhalb der Einmündung des Rhins. Die Wipper ist hier noch ein schmaler, rasch fließender Bach mit stark wechselndem Wasserstande.

Die Fahrt ging dann weiter nach Sollstedt. Das dortige Kaliwerk verarbeitet keine Carnallite. Proben wurden aus der Wipper oberhalb und unterhalb des Werkes entnommen, ebenso eine Probe des Abwassers der Fabrik, welches sich aus eigentlichen Fabrikabwässern, Wirtschafts- und Hausabwässern zusammensetzt. Die Abwässer passieren eine unterhalb des Dorfes Sollstedt gelegene mechanische Kläranlage und fließen durch eine geschlossene Rohrleitung unterhalb der neuen Brücke in die hier schon einige Meter breite Wipper. Über Elende und Pustleben wurde dann Wolkramshausen erreicht. Hier liegt die Kalifabrik der Firma: „Elektrizitätswerke und Chemische Fabriken G. m. b. H. zu Wolkramshausen". Diese verarbeitet außer den Salzen von Ludwigshall die Salze von Immenrode (Schwarzburg-Rudolstadt) und die Salze der Nordhäuser Kaliwerke (Hayn). Die Salze werden der Fabrik durch Schwebebahnen zugeführt. Verarbeitet werden Carnallite und Sylvinite. Die Endlaugen werden durch eine geschlossene Leitung bis unterhalb des Bahnhofs von Klein-Furra geführt und hier der Wipper überantwortet. Außer den eigentlichen Ablaugen läßt das Werk zeitweise auch noch stark salzhaltige Abwässer durch den offenen Auegraben unmittelbar in die Wipper abfließen. Die Kommission entnahm Proben oberhalb und unterhalb der Endlaugeneinleitungsstelle aus der Wipper, sowie eine Probe aus dem Auegraben. Die Endlaugen werden vor ihrer Einleitung in die Wipper mit Wipperwasser, gewöhnlich im Verhältnis 1 : 4, in einem eisernen Kasten gemischt. Die Quantität der jeweilig abzulassenden Endlaugen soll sich nach dem Wasserstande der Wipper richten. Die Einleitung erfolgt 2 m vom Ufer entfernt vermittelst einer feststehenden Sprinklervorrichtung, welche das Abwasser über $^2/_3$ der Flußbreite verteilt.

Digitized by Google

Durch Einsetzen verschiedener Ausflußvorrichtungen können wechselnde Mengen (1—13 cbm) Endlaugen in der Stunde abgelassen werden, doch scheint die Kontrolle nach dieser Richtung hin ziemlich unvollkommen zu sein ebenso wie die Kontrolle des Chlorgehaltes des Wipperwassers oberhalb und unterhalb der Einflußstelle der Endlaugen (vgl. S. 33). Am Nachmittage wurde das Kaliwerk „Glückauf" bei Stockhausen besucht. Die Gewerkschaft verarbeitete damals Sylvinite und Hartsalze. Die ablaufenden Abwässer bestanden daher nur aus Haus- und Tagewässern, die zum Teil noch einer biologischen Reinigung unterzogen werden. Einrichtungen zur Verarbeitung von Carnalliten sind von früher her noch vorhanden.

Am 3. Juni wurde die Bereisung fortgesetzt. Wipper und Unstrut waren durch sehr starke, tags zuvor niedergegangene Regenmassen erheblich angeschwollen und führten in lebhafter Strömung lehmfarbenes trübes Wasser zu Tal. Zunächst wurde am Jechaer Wehrsturz bei der Porzellanfabrik die Mündung der Abwässerleitung des Kaliwerkes „Glückauf" besichtigt und aus der Wipper oberhalb dieser Einmündung eine Probe entnommen. Eine zweite Probeentnahme folgte bei Berka. Bei Bendeleben wurde Wasser aus der kleinen Wipper geschöpft. Dann wurde in Göllingen das Kaliwerk Günthershall besichtigt. Die Gewerkschaft verarbeitet hauptsächlich Carnallit mit etwas Hartsalz. Bisher erfolgte die Ableitung der Endlaugen lediglich in die große Wipper. Jetzt ist auch eine Laugenableitung nach der kleinen Wipper (Frankenhäuser Wipper, Wipperkanal) hin verlegt, die aber zur Zeit der Besichtigung noch nicht in Benutzung war. Je nach dem Wasserstande im Wipperkanale dürfen diesem auf Grund der vorhandenen Konzessionsbedingungen die bei täglicher Verarbeitung von höchstens 3000 dz Carnallit entstehenden Endlaugen zugeführt werden; der durch die Ableitung der Endlaugen bedingte Zuwachs zur natürlichen Härte darf 42° nicht übersteigen. Die Konzessionsbedingungen für die Art des Einflusses der Endlaugen in den Wipperkanal sind dieselben wie für die Wipper. Da die Stadt Frankenhausen das Recht hat, für ihre Saline $^2/_3$ des Wipperwassers durch die kleine Wipper abzuleiten, so kann es vorkommen, daß bei niedrigen Wasserständen die kleine Wipper eine größere Wassermenge führt als die große. Zur Zeit der Besichtigung bestanden die Abwässerbeseitigungsanlagen von Günthershall aus kleinen Klärbassins und 3 Sammelbassins von zusammen 2500 cbm Inhalt. Die aus den Sammelbassins austretenden Endlaugen werden in einem an die Bassins sich anschließenden Mischraum mit Wipperwasser auf das spez. Gewicht 1,13—1,16 gebracht und fließen dann in einen hart an der großen Wipper aufgestellten eisernen Kasten, aus welchem sich der Abfluß nach dem Wasserstand der Wipper regelt. Der Einfluß selbst findet unter dem Wasserspiegel der Wipper statt durch ein gelochtes 6 m langes Rohr.

Die Kontrolleinrichtungen für die Einleitung der Endlaugen in die beiden Wipperbäche sind in einem Häuschen untergebracht. Das Kontrollhäuschen hat zwei völlig von einander getrennte Abteilungen, von denen die eine zur Kontrolle für die Wipper, die andere für die Frankenhäuser Wipper dient. Die Misch- und Sammelbassins haben 250 und 150 cbm Inhalt. Die auf das spez. Gewicht 1,16 verdünnte Endlauge (Prüfung mit Senkspindel) gelangt durch einen geschlossenen Röhrenstrang in die Abteilungen des Kontrollhauses. An den Rohrstrang angeschlossen befinden

sich die in der Konzession vorgesehenen Abteilungsröhrchen nebst Schiebern von bestimmtem Querschnitt. Das Öffnen und Schließen dieser Röhrchen erfolgt durch zwei, vom Fürstlichen Bergamt Könitz verpflichtete Personen, die die Schlüssel zu den Abteilungen des vollständig verschlossenen Kontrollhauses haben. Die jeweilige Wasserführung wird durch Ablesung an Pegeln festgestellt, von denen je einer an der Wipper und an der Frankenhäuser Wipper angebracht ist. Außerdem wird eine Kontrolle durch chemische Untersuchungen des Wipperwassers ausgeführt.

Bei der Weiterfahrt wurde in Seega an der Brücke eine Probe aus der Wipper entnommen. Der Domänenpächter, Oberamtmann Wrede in Seega, machte den Berichterstattern Mitteilungen über schädliche Wirkungen des versalzenen Wipperwassers auf Tiere. Pferde verweigern, wie er angab, die Aufnahme des Wassers, Rinder bekämen nach dem Genuß des Wassers häufig Durchfälle, Schafe seien sogar nach dem Tränken mit dem Wasser eingegangen und die neu geborenen Kälber seien weniger entwickelt und kleiner als in früheren Jahren.

Über Günserode, wo der Gemeindediener zeigte, wie er eine Kontrolle der chemischen Beschaffenheit des Wipperwassers nach Anweisung des Hofrats Dr. Wagner ausführt (Titration der Chloride mit Silberlösung), ging die Fahrt weiter nach Sachsenburg. An der Sachsenburger Mühle wurde die letzte Probe aus der Wipper entnommen.

Eigentlich war beabsichtigt, eine Befahrung der Unstrut hier anzuschließen. Dieselbe unterblieb aber wegen des starken Hochwassers und konnte erst am 30. Juni und 1. Juli 1908 ausgeführt werden.

Die Kommission begab sich nach Frankenhausen, wo sie von den Vertretern der Großherzoglich Sächsischen Regierung, den Herren Regierungsrat Dr. Ebsen und Bezirksdirektor Dr. Heydenreich, erwartet wurde. Am 4. Juni wurde eine gemeinsame Besichtigung des Kaliwerks „Großherzog Wilhelm Ernst" vorgenommen, welches seit 3 Wochen zu etwa $^1/_5$ im Betriebe war. In den anschließenden Verhandlungen wurde besonders die Frage der späteren Kontrolle des Unstrutwassers behandelt. Es wurde den Berichterstattern mitgeteilt, daß die regelmäßige Kontrolle des Flußwassers, die einstweilen wöchentlich zweimal stattfinden soll, einerseits oberhalb der Einlaufsstelle der Endlaugen durch den Lehrer von Oldisleben an der Heldrunger Brücke ausgeführt werden solle und andererseits unterhalb der Einlaufsstelle der Endlaugen, nämlich in Bretleben, durch eine noch zu bestimmende Persönlichkeit.

Bei der Befahrung der Unstrut vom 30. Juni bis 1. Juli 1908 wurden an 10 verschiedenen Stellen Wasserproben geschöpft, die letzte in der Saale.

Damit waren die gemeinsamen Besichtigungsreisen der Bericheerstatter beendigt. Der erste Mitberichterstatter, Geheimrat Professor Dr. Orth hat nach einer Vorbereisung der Unstrut-Niederung bei starkem Hochwasser am 28.—30. Mai 1908 später noch eine Informationsreise allein ausgeführt. Dieselbe fand am 20.—22. August 1908 statt und bezog sich insbesondere auf die Besichtigung der großen Rieselwiesen von Reinsdorf—Gehofen, welche vom Mühlgraben aus bewässert werden, der Salzwiesen-Niederung von Esperstedt, der Rieselwiesen unterhalb der Frankenhäuser Wipper zwischen Rottleben und Bendeleben und der Unstrut-Bewässerungswiesen unterhalb Roßleben.

Digitized by Google

Auch der wissenschaftliche Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamt Dr. Pleißner hat vom 28. September bis zum 12. Oktober 1908 noch einmal an der Unstrut und Wipper Untersuchungen ausgeführt, auf welche weiter unten zurückzukommen sein wird. Es handelte sich dabei vorwiegend um systematische Prüfungen der Änderung der elektrischen Leitfähigkeit des Wipper- und Unstrutwassers an folgenden Stellen:

1. Unstrut, unterhalb der von Oldisleben nach Heldrungen führenden Brücke, unterhalb der Einmündung der Wipper und oberhalb der Einmündungsstelle der Endlaugen der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst",
2. Unstrut, etwa 200 m oberhalb der Aufnahme der Wipper,
3. Wippermühlgraben, vor der Einmündung der Wipper in die Unstrut (der Mühlgraben führt die Hauptmenge des Wipperwassers),
4. Wipper bei Bernterode, etwa 20 m oberhalb der Einmündung des Rhins.

8. Ergebnisse der Untersuchung der entnommenen Wasserproben.

Die Untersuchungsergebnisse der auf den verschiedenen Reisen entnommenen Wasserproben finden sich in den Anlagen A, B, C, D am Schluß zusammengestellt. Die Analysen wurden teils im Laboratorium des Berichterstatters Geheimen Medizinalrats Professor Dr. Beckurts, teils im hygienischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamts ausgeführt. Die zur Kontrolle von beiden Seiten an den nämlichen Wasserproben ausgeführten Analysen (vgl. Anlage A, Nr. 7) zeigten eine befriedigende Übereinstimmung. Eine Zusammenstellung der bei den verschiedenen Untersuchungen des Wipper- und Unstrutwassers gefundenen Ergebnisse, im besonderen der Grenzwerte gibt nachstehende Tabelle 5 (S. 28 u. 29).

9. Bisher erstattete Gutachten.

Die durch die Endlaugen der Kaliindustrie bedingten besonderen Verhältnisse an der Wipper und Unstrut sind schon häufig Gegenstand gutachtlicher Äußerungen gewesen. Im folgenden mögen die wichtigsten dieser Gutachten und Untersuchungen chronologisch aufgezählt werden:

1. Gutachten des Dr. Drenkmann in Halle a. S., betreffend die Beschaffenheit des Wassers von Wipper, Unstrut und Saale, vom 8. Juli 1896.
2. Gutachten des Professors Dr. Pfeiffer in Jena, die Errichtung einer Chlorkaliumfabrik in der Stockhäuser Flur bei Sondershausen betreffend, vom 7. März 1897.
3. Gutachten der Professoren Dr. Gärtner und Pfeiffer in Jena, betreffend die in Aussicht genommene Ableitung salzhaltiger Abwässer in die Unstrut und Ilm, vom 10. August 1898.
4. Gutachten des Professors Dr. Erdmann in Halle a. S., betreffend Konzessionierung einer Chlorkaliumfabrik der Gewerkschaft „Glückauf" in Sondershausen, vom 3. August 1900.
5. Analysen von Wipperwasser, ausgeführt von Dr. Wagner in Sondershausen vom 8. Januar 1900 und Analyse des Unstrutwassers, ausgeführt vom Hygienischen Institut der Universität Halle a. S., vom 5. Februar 1902.

Digitized by Google

Tabelle 5. Übersicht über die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen niedrigsten und der höchsten ge-

(Entnommen aus den Tabellen 8, 10, 17, 18

Die entnommenen Proben stammten aus der:	Gegenstand der Untersuchung	Ältere Untersuchungen aus den Jahren 1895—96	Wasserführung	Näheres vgl. Tabelle	Untersuchungen des Prof. Vogel 1903—1904	Wasserführung	Näheres vgl. Tabelle	Untersuchungen des Prof. Immendorff 1906	Wasserführung	Näheres vgl. Tabelle
Wipper oberhalb Wolkramshausen	Gesamthärte (D. Gr.)									
	Bleibende Härte (D. Gr.)									
	Chloride (mg Cl im l)									
	Sulfatrest (mg SO_4 im l)									
	Kalzium (mg Ca im l)									
	Magnesium (mg Mg im l)									
Wipper unterhalb Wolkramshausen	Gesamthärte (D. Gr.)	30—44	—	8						
	Bleibende Härte (D. Gr.)	—								
	Chloride (mg Cl im l)	63—98								
	Sulfatrest (mg SO_4 im l)	—								
	Kalzium (mg Ca im l)	131—235								
	Magnesium (mg Mg im l)	28—53								
Unstrut oberhalb der Wippermündung	Gesamthärte (D. Gr.)							30—42	20—65 cbm bei Memleben	34
	Bleibende Härte (D. Gr.)							—		
	Chloride (mg Cl im l)							35—84		
	Sulfatrest (mg SO_4 im l)							239—365		
	Kalzium (mg Ca im l)							157—224		
	Magnesium (mg Mg im l)							34—45		
Unstrut unterhalb der Wippermündung	Gesamthärte (D. Gr.)				28—39	5,5—13 cbm bei Wendelstein	17			
	Bleibende Härte (D. Gr.)				—					
	Chloride (mg Cl im l)				—					
	Sulfatrest (mg SO_4 im l)				—					
	Kalzium (mg Ca im l)				—					
	Magnesium (mg Mg im l)				—					

6. Gutachten des Dr. Wagner in Sondershausen zur Entkräftung der im Konzessionsverfahren der Gewerkschaft „Glückauf“, betreffend Erweiterung der Chlorkaliumfabrik, erhobenen Einsprüche, vom 10. Juni 1902 nebst einer Ergänzung vom 18. August 1902.

7. Gutachten des Professors Dr. Kraut in Hannover, betreffend Einleitung von Kaliendlaugen in die Unstrut und Wipper, vom 24. Oktober 1902.

8. Gutachten des Professors Dr. Vogel in Berlin in Sachen der Stadt Magdeburg gegen die Mansfelder Kupferschiefer bauende Gewerkschaft und Genossen, vom 12. Februar 1902.

9. Gutachten des Professors Dr. Vogel in Berlin, betreffend die Abwässerung einer Chlorkaliumfabrik der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst“ zu Weimar in Oldisleben, vom 22. August 1906.

Digitized by Google

von Wipper- und Unstrutwasser unter besonderer Berücksichtigung der fundenen Werte (abgerundete Zahlen).

und 34 und den Anlagen A—D).

Untersuchungen der Chemiker der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst" 1907	Wasserführung	Näheres vgl. Tabelle	Untersuchungen der Berichterstatter Oktober 1907	Wasserführung	Näheres vgl. Anlage	Untersuchungen der Berichterstatter Juni 1908	Wasserführung	Näheres vgl. Anlage	Untersuchungen der Berichterstatter Juni/Juli 1908	Wasserführung	Näheres vgl. Anlage	Untersuchungen der Berichterstatter September/Oktober 1908	Wasserführung	Näheres vgl. Anlage	Untersuchungen des Hofrats Dr. Wagner Juni 1908—Juni 1909	Wasserführung	Näheres vgl. Tabelle
						17—29	Mittelwasser	B				23—24	Mittel Sommer-Niederwasser	D			
						6—19						—					
						12—59						12					
						86—120						210					
						115						135—143					
						15						15—18					
			54	Reichliches Mittel Sommer-Niederwasser	A	35—46		B	54	Hohes Mittel-Sommerwasser	C	78—91		D	30—144	Verschieden	10
			38			23—33			34			—			—		
			400			170—301			282			533—1044			168—1940		
			470			122—236			433			574			—		
			240			144—173			222			218—269			—		
			87			63—100			97			88—235			—		
			41		A				38		C	41—42	Mittel Sommer-Niederwasser	D			
			27						22			—					
			77						60			78—87					
			454						370			453					
			228						194			227—234					
			41						45			39—41					
32—60	11—[illegible] verschieden in Sachsenburg	18	39—72		A				38—45		C	45—49		D			
—			25—56						24—29			—					
85—184			158—649						90—275			161—220					
—			465—698						353—410			496					
—			140—286						182—202			209—228					
—			57—139						45—71			61—73					

10. Gutachten des Professors Dr. Immendorff in Jena, betreffend die von der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst" in Oldisleben in Aussicht genommene Ableitung der Endlaugen einer Chlorkaliumfabrik in die Unstrut, vom Dezember 1906.

11. Gutachten des Professors Dr. Vogel in Berlin: „Die Unstrut von Oldisleben bis Laucha und ihr Einfluß auf die benachbarten Brunnen", vom 10. Oktober 1907.

12. Gutachten des Medizinalassesors Dr. Wagner in Sondershausen über die vom Fürstlichen Landratsamt in Frankenhausen gestellte Frage: „Sind durch Ableitung von Endlaugen der Gewerkschaft Günthershall in die Wipper bis zu einer Verhärtung von 55° irgend welche Schädigungen zu befürchten?", vom 7. Februar 1908.

13. Gutachten des Professors Dr. Vogel in Berlin vom 12. März 1909, betreffend die Einwirkung des durch Chlormagnesium aus Abwässern der Kaliwerke verhärteten Unstrutwassers auf Wiesen.

Digitized by Google

Die unter Nr. 2, 4, 6 und 12 aufgeführten Gutachten behandeln die Zustände an der Wipper, die unter Nr. 1, 3, 9, 10, 11, 13 aufgeführten die Zustände an der Unstrut, während sich die Arbeiten Nr. 5 und 7 mit beiden Flüssen beschäftigen.

Analytisches Material findet sich hauptsächlich in den Arbeiten Nr. 1—3, 5—7 und 10—12. Abgesehen von den Gutachten, welche sich ausdrücklich mit dem Kaliwerk „Großherzog Wilhelm Ernst" befassen (Nr. 9 und 10), und von denen das Immendorffsche Gutachten besonders bemerkenswert ist, erscheint für die Beurteilung der Verhältnisse an der Unstrut das unter 3 genannte Gärtner-Pfeiffersche Gutachten als das wichtigste. Für die Wipper gibt das unter 12 angeführte Gutachten des Hofrats Dr. Wagner eine Reihe schätzenswerter Unterlagen.

10. An Wipper, Unstrut und Helme bestehende Gerechtsame zur Ableitung von Endlaugen.

An der Wipper sind folgende Kaliwerke gelegen[1]):

1. Deutsche Kaliwerke in Bernterode, A.-G.,
2. Gewerkschaft Sollstedt,
3. Königliche Salzwerke Bleicherode,
4. Ludwigshall in Wolkramshausen, A.-G.,
5. Gewerkschaft Immenrode,
6. Nordhäuser Kaliwerke A.-G., in Hayn,
7. Gewerkschaft „Glückauf" in Stockhausen bei Sondershausen,
8. Gewerkschaft Günthershall (früher Robertshall) in Göllingen.

Die Unstrut kommt als Vorflut in Betracht für folgende Kaliwerke[1]):

9. Gewerkschaft Volkenroda,
10. Bohrgesellschaft Rastenberg in Rastenberg[2]),
11. Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst" in Oldisleben,
12. Gewerkschaft Heldrungen II (Oberheldrungen),
13. Gewerkschaft Thüringen bei Heygendorf (durch die Helme),
14. Gewerkschaft Roßleben bei Roßleben,
15. Gewerkschaft Sollstedt (auch durch die Zorge und Helme).

Von diesen Werken besitzt das unter 1 genannte keine Konzession hinsichtlich der Ableitung von Abwässern, die unter 9 und 10 genannten waren zur Zeit der Erstattung des Gutachtens noch nicht im Betrieb.

a) An der Wipper bestehende Gerechtsame.

Hinsichtlich der zulässigen Versalzung der Unstrut besteht zwischen den beteiligten Staaten (Preußen, Sachsen-Weimar, Schwarzburg-Rudolstadt, Schwarzburg-Sondershausen) keine Vereinbarung. Bezüglich der Versalzung des Wipperwassers hat dagegen am 9. Mai 1902 in Sondershausen eine Konferenz zwischen Vertretern des Königlichen Preußischen Ober-Präsidenten in Magdeburg, des Königlichen Ober-Berg-

---

[1]) Vgl. die Übersichtskarte am Schluß des Gutachtens.

[2]) Bei Lossa ist ferner die Errichtung eines Kaliwerkes der Gewerkschaft Reichskrone geplant.

Digitized by Google

amts in Halle, der Königlichen Regierungspräsidenten in Merseburg und Erfurt, des Fürstlich Schwarzburg-Rudolstädtischen und des Fürstlich Schwarzburg-Sondershausenschen Ministeriums stattgefunden. In dieser Konferenz ist vereinbart worden, daß das Wasser der Wipper durch Einführung von Endlaugen der Chlorkalium-Fabriken bis zur Höchstgrenze von 45° verhärtet werden darf.

Die deutschen Kaliwerke Bernterode verarbeiten nur Hartsalze und besitzen eine Konzession zur Ableitung von Abwässern nicht.

Das Kaliwerk Sollstedt hat eine Konzession zur Ableitung von Endlaugen, leitet aber solche bis jetzt nicht ab und dürfte auch angesichts seines mächtigen Hartsalzlagers in absehbarer Zeit kaum zur Verarbeitung von Carnallit übergehen. Die durch Einleitung von Endlaugen des Kaliwerkes Sollstedt herbeigeführte Verhärtung des Wipperwassers darf nach den Konzessionsbedingungen 45° nicht übersteigen; daher ist eine Einleitung von Endlaugen aus diesem Kaliwerk nur insoweit zulässig, als die Verhärtung durch Einleitung der Endlaugen der unterhalb Sollstedt bereits konzessionierten Kalifabriken weniger als 45° beträgt. Sobald eine oder mehrere der unterhalb Sollstedt genehmigten Kalifabriken Endlaugen in die Wipper abführen, muß die Ableitung der Endlaugen aus der Kalifabrik Sollstedt entsprechend eingeschränkt werden. Maßgebend für die Feststellung der zulässigen Verhärtung ist in diesem Falle einerseits die Schöpfstelle oberhalb der Einleitung der Endlaugen der Kalifabrik Sollstedt, andererseits die von den Behörden vorgesehenen Kontrollstationen der unterhalb gelegenen Fabriken.

Dem Kaliwerk Bleicherode (dem Preuß. Fiskus gehörig) ist eine Konzession zur Ableitung der Endlaugen von der Verarbeitung von Carnallit und Sylvinit in die Wipper und Bode erteilt worden. Nach dem Wortlaut der Konzession muß die Einleitung unter sorgfältiger Berücksichtigung der Wasserführung des Flußlaufes erfolgen, und die durch die Einleitung der Endlaugen bedingte Gesamthärte des Flußwassers darf 45° nicht übersteigen. Solange die unterhalb Bleicherode gelegenen bereits genehmigten Kalifabriken keine Endlaugen in die Wipper ablassen, darf das Flußwasser durch Endlaugen der Kalifabrik zu Bleicherode bis auf 45° verhärtet werden. Die Härte ist sowohl oberhalb der Einführungsstelle für die Endlauge, als auch unterhalb derselben zu bestimmen. Die Schöpfstellen werden von der Behörde näher bezeichnet. An beiden Schöpfstellen sind Pegel anzubringen, welche jederzeit das Ablesen des Wasserstandes ermöglichen. Mit Hilfe dieser Pegel, sowie mit Hilfe von Geschwindigkeitsmessern ist periodisch die Wasserführung des Flusses und danach die Menge der einzuleitenden Endlaugen von der Bergwerksverwaltung zu berechnen und in ein von ihr zu führendes Kontrollbuch einzutragen, welches den Gewerbeaufsichtsbeamten auf Verlangen vorzulegen ist. Sobald die unterhalb Bleicherode genehmigte Kalifabrik „Glückauf" Endlaugen in die Wipper abführt, muß die Ableitung der Endlaugen aus der Kalifabrik Bleicherode eingeschränkt werden. Das Maß der anteiligen Verunreinigung des Flußwassers durch die Unternehmerin soll sich ergeben, indem man den ursprünglichen Härtegrad um 10 % erhöht gedacht, von dem höchstens zu erreichenden Härtegrad von 45° abzieht und den erhaltenen Rest halbiert. Sobald die unterhalb Bleicherode genehmigte Kalifabrik der Salzbohr-

Digitized by Google

gesellschaft Robertshall [1]) die ihr erteilte Konzession ganz oder teilweise ausnützt, sind von der höchst zulässigen Gesamthärte 45° für Robertshall (Göllingen) 5°, für „Glückauf" (Stockhausen) 10° im voraus in Abzug zu bringen und der alsdann verbleibende Spielraum auf die Kalifabrik zu Bleicherode und Stockhausen gleichmäßig zu verteilen. Während der Hauptkampagne der Zuckerfabrik Wolkramshausen dürfen Endlaugen dem Flußwasser überhaupt nicht zugeführt werden. Zurzeit werden in der Chlorkaliumfabrik lediglich Sylvinite mit einem Chlorkaliumgehalt von 25 % verarbeitet; die umfangreichen Carnallitlager sind nur vorübergehend im Jahre 1902 für kurze Zeit ausgebeutet worden.

Die Salze des Kaliwerks Ludwigshall in Wolkramshausen werden mit den Salzen des Kaliwerks Immenrode (Schwarzburg-Rudolstadt) und der Nordhäuser Kaliwerke (Hayn) in der chemischen Fabrik zu Wolkramshausen verarbeitet [2]). Der Firma Elektrizitätswerke und Chemische Fabriken G. m. b. H. zu Wolkramshausen ist durch den zuständigen Bezirksausschuß in Erfurt eine Konzession unter den folgenden Bedingungen erteilt worden. Der Wipper dürfen die Endlaugen einer täglichen Verarbeitung von 6000 Doppelzentnern Carnallit zugeführt werden. Die durch die Einleitung dieser Endlauge bedingte Gesamthärte der Wipper darf an keiner Stelle mehr als 45° und der Gesamtchlorgehalt nicht mehr als 400 Milligramm Chlor auf ein Liter Wipperwasser betragen. Demgemäß ist die Einleitung der Endlaugen nur insoweit zulässig, als die Verhärtung und Versalzung durch Einleitung der an der Wipper gelegenen, bereits konzessionierten Kalifabriken oder der Schachtwässer von Bergwerken oder aus sonstigen Gründen die angegebene Grenze nicht erreicht. Die Härte und der Chlorgehalt sind sowohl oberhalb der Einführungsstelle der Endlaugen als auch unterhalb der Einführungsstelle zu messen. Die nähere Bestimmung der beiden einzurichtenden Kontrollstationen bleibt dem Bezirksausschuß vorbehalten. Die Kontrollstationen (die inzwischen errichtet worden sind, vgl. S. 24), sind zuverlässigen Personen zu übertragen, welche die Höhe des Härtegrades des Wassers und des Chlorgehalts festzustellen haben. An den beiden Kontrollstationen sind Pegel anzubringen, welche jederzeit ein Ablesen des Wasserstandes ermöglichen. Mit Hilfe dieser Pegel und mit Hilfe von Geschwindigkeitsmessern ist täglich die Wasserführung des Flusses und danach die Menge der einzuleitenden Endlaugen von der Betriebsverwaltung zu berechnen und in ein von ihr zu führendes Kontrollbuch einzutragen. Sobald eine oder mehrere der bereits genehmigten Kalifabriken Endlaugen in die Wipper einführen, muß die Abführung der Endlaugen aus der Kalifabrik Ludwigshall [3]) entsprechend eingeschränkt werden. Maßgebend für die Feststellung des jeweiligen Grades der Verhärtung und Versalzung ist in diesem Falle einerseits die Kontrollstation oberhalb der Einleitung der Endlaugen der Fabrik zu Wolkrams-

[1]) Jetzt Gewerkschaft Günthershall.

[2]) In diesem Gutachten sind die genannten Kaliwerke unter dem Namen „Wolkramshausen" zusammengefaßt.

[3]) Das Kaliwerk Ludwigshall A.-G. zu Nordhausen hat, wie gesagt, die ihm erteilte Konzession der Firma Elektrizitätswerke und Chem. Fabriken G. m. b. H. zu Wolkramshausen übertragen.

hausen, andererseits die für die beteiligten Fabriken behördlich vorgesehene Kontrollstation. Das Endlaugen-Sammelbassin auf dem Fabrikgrundstück muß mindestens die innerhalb 48 Stunden bei vollem Betriebe abfallenden Endlaugen fassen können. Vor der Einleitung in den Flußlauf muß die Lauge mit dem doppelten Wasserquantum gehörig vermischt werden. Seitens des Landrats ist der dortige Gendarm beauftragt, von Zeit zu Zeit Proben aus der Wipper oberhalb der Einmündungsstelle der Endlaugen zu nehmen, um den Chlorgehalt des Wassers mittels Kaliumchromat und Silberlösung festzustellen. In Gegenwart der Kommission führte der Gendarm die Bestimmung aus, es zeigte sich aber, daß er in unzweckmäßiger Weise vorging, so daß dieser Kontrolle irgend welcher Wert nicht beigelegt werden kann.

Der Gewerkschaft Immenrode ist auch eine Konzession zur Ableitung von Carnallit-Endlaugen durch den Bezirksausschuß zu Erfurt erteilt worden unter der Bedingung, daß durch die Einleitung der Endlaugen die Gesamthärte des Wipperwassers an keiner Stelle 45° übersteigt. Die Gewerkschaft nützt diese Konzession jedoch zurzeit nicht aus; sie besitzt keine eigene Fabrik und läßt ihre Rohsalze, wie erwähnt, in der Chemischen Fabrik Wolkramshausen verarbeiten.

Zur Errichtung eines Kaliwerks Klein-Furra hatte die Gewerkschaft Immenrode eine Konzession erhalten. Da es aber zu einem Bau der Fabrik nicht kam, und der Bezirksausschuß in Erfurt die Übertragung der Fabrikkonzession auf die A. G. in Wolkramshausen ablehnte, so ist die Konzession zur Errichtung der Kalifabrik Klein-Furra erloschen.

Auch die Nordhäuser Kaliwerke (Hayn) lassen ihre Salze in der chemischen Fabrik Wolkramshausen verarbeiten (s. oben).

Die Gewerkschaft „Glückauf" in Sondershausen hat zwar eine Konzession zur Ableitung von Endlaugen der Carnallit-Verarbeitung, nützt diese aber nicht aus. Die Gewerkschaft verarbeitet seit Jahren nur Hartsalze und wird auch wegen ihres mächtigen Hartsalzlagers voraussichtlich in absehbarer Zeit nicht zur Verarbeitung von Carnallit kommen. Die für die Ableitung der Endlaugen vom Bezirksausschuß des Verwaltungsbezirks Sondershausen am 18. Januar 1900 gestellten und in der Sitzung am 20. September 1902 abgeänderten Bedingungen lauten in den wichtigsten Punkten: Die Laugen dürfen nicht stoßweise abgelassen werden, es soll die gesamte Menge derselben die Höchstmenge von 80 cbm täglich, was einer täglichen Verarbeitung von 1500—2000 Doppelzentnern entsprechen dürfte, nicht überschreiten. Die Laugen sollen mit einem spezifischen Gewicht von 1,32 gleichmäßig zum Abfluß gebracht werden. Die Laugen dürfen nur durch den Laugenkanal in das Wehr bei der Uhrenfabrik unterhalb Jecha in die Wipper geleitet werden. Eine vorherige Verdünnung der Laugen ist nicht erforderlich, weil der Wassersturz des Wehres eine sofortige gründliche Mischung garantiert.

Unter der Annahme, daß obige 80 cbm täglich ganz gleichmäßig über 24 Stunden verteilt sind, müssen in jeder Sekunde 0,93 Liter konzentrierter Lauge abfließen. Der Zulauf der Endlaugen in die Wipper ist so zu regeln, daß die Härte des Wipperwassers an der Eisenbahnbrücke bei Berka gegen die Härte an der Eisenbahnbrücke bei Groß-Furra um nicht mehr als 10° und die Chlorzahl

Digitized by Google

um nicht mehr als 13 erhöht wird (unter der Erhöhung der Chlorzahl um 13 ist zu verstehen, daß der Chlorgehalt in 1 Liter Wipperwasser um nicht mehr als 130 Milligramm erhöht werden darf). Später wurde bestimmt, daß nicht mehr der Härtegrad an der Eisenbahnbrücke von Groß-Furra, sondern derjenige der nördlichen Seite des Wehrsturzes bei der Jechaer Uhrenfabrik maßgebend sein soll. Auch wurde der Gewerkschaft „Glückauf" durch Entscheidung vom 2. September 1902 gestattet, sobald die natürliche Härte des Wipperwassers an dieser Stelle weniger als 35° beträgt, der Wipper soviel Endlaugen mehr zuzuführen, daß der Härtegrad des Wipperwassers bei der Landesgrenze unterhalb Hachelbich 45° beträgt (unter natürlicher Härte wird diejenige Härte verstanden, die nicht durch Zuleitung der Endlaugen flußaufwärts gelegener Chlorkaliumfabriken beeinflußt ist). Sobald die nachstehend zu besprechende Gewerkschaft Günthershall die ihr erteilte Konzession ganz oder teilweise ausnützt, muß der Härtegrad des Wipperwassers an der Landesgrenze unterhalb Hachelbich um so viel Grad, jedoch nicht mehr als um 5°, geringer sein, als die Verhärtung des Wipperwassers durch Günthershall beträgt.

Der Gewerkschaft Günthershall (früher Kali-Bohr-Gesellschaft Robertshall) in Göllingen (Schwarzburg-Rudolstadt) ist unter dem 19. November 1901 vom Fürstlich Schwarzburgischen Landratsamt zu Frankenhausen eine Konzession erteilt worden zur Ableitung der Endlaugen der Chlorkaliumfabrik in die Wipper; durch eine zweite Konzession vom 1. April 1902 wird auch die Ableitung von Endlaugen in den Wipperkanal (Frankenhäuser Wipper) genehmigt. Die Frankenhäuser Wipper darf soweit verhärtet werden, daß der Zuwachs zur natürlichen Härte (30°) 42° nicht übersteigt. Nach den Konzessionsbedingungen dürfen in der Regel nur die von einer täglich zu verarbeitenden Menge von 1000 Doppelzentnern sich ergebenden Abwässer in die Wipper gelangen, die Tagesmenge darf jedoch erhöht werden in der Zeit der Reinigung des Frankenhäuser Wipperkanals, während welcher der Fluß das Vollwasser führt, außerdem bei Hochwasser; indes darf die Härte des Wipperwassers bei der Brücke von Seega 45° nicht übersteigen. Die mit Wasser vorher verdünnte Endlauge muß der Wipper durch einen Röhrenstrang von 300 mm Weite zugeführt und darf nicht direkt, sondern nur durch ein quer über die Wipper zu legendes, mit entsprechend feinen Öffnungen zur feinen Verteilung der Laugen versehenes Eisenrohr eingeleitet werden. Es sind Klärbassins und ein Laugenreservoir anzulegen, welches fähig ist, die in einem Monat entstehenden Laugen aufzunehmen. Unterhalb der Einleitungsstelle auf der Brücke in Seega darf der Härtezuwachs des Wipperwassers nicht mehr als 5° betragen.

Eine Konzessionserweiterung für die Gewerkschaft Günthershall ist geplant.

b) An der Unstrut bestehende Gerechtsame.

Im Herzogtum Sachsen-Koburg-Gotha ist das Kaliwerk der Gewerkschaft Volkenroda bei Menteroda im Entstehen begriffen, deren etwaige Abwässer vermittelst Gräben in die Unstrut gelangen werden. Jedoch ist es nach Mitteilung der Gewerkschaft Volkenroda wahrscheinlich, daß sie selbst für den Fall, daß eine Verarbeitung in eigner Fabrik stattfinden würde, mit Endlaugen nicht werde zu rechnen

haben, da nur Hartsalze oder Sylvinite zur Verarbeitung kommen dürften. Das Kaliwerk Sollstedt hat ebenfalls eine Konzession zur Ableitung von Endlaugen in die Unstrut (auch in die Zorge), welche aber schon wegen der großen Entfernung kaum jemals ausgenutzt werden dürfte. Die Gewerkschaft Rastenberg hatte zurzeit der Erstattung des Gutachtens den Betrieb noch nicht aufgenommen[1]).

Von dem Bezirksausschuß Apolda im Großherzogtum Sachsen-Weimar ist der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst" in Oldisleben die Konzession zur Einleitung von Endlaugen der Carnallitverarbeitung bis zu täglich 8000 dz in die Unstrut erteilt worden, sofern dadurch die Unstrut bis zu höchstens 60 Härtegraden verhärtet wird. Die Endlaugen dürfen nur geklärt, gekühlt und nicht stoßweise in die Unstrut geleitet werden. Sollte sich ergeben, daß durch die Mischdüse die Endlaugen nicht in gehöriger Weise mit dem Unstrutwasser gemischt werden, so ist der Großherzogliche Bezirksdirektor befugt, vorzuschreiben, daß die Endlaugen mit der 2—3 fachen Menge Wasser vor der Einleitung verdünnt werden. Die regelmäßige tägliche Kontrolle soll durch zuverlässige, von der Gewerkschaft zu bestellende Personen ausgeführt werden, außerdem sind Nachprüfungen durch vom Großherzoglichen Bezirksdirektor zu beauftragende Personen vorgesehen. Die Ergebnisse der regelmäßigen Kontrolle sollen in ein Kontrollbuch eingetragen werden. Eine Abänderung der Konzessionsbedingungen, insbesondere eine Einschränkung des Abflusses von Endlaugen in die Unstrut, ist vorbehalten.

Die Chlorkaliumfabrik der Gewerkschaft Heldrungen II zu Ober-Heldrungen besitzt nach einer Entscheidung des Bezirksausschusses zu Merseburg die Erlaubnis, der Unstrut die Endlaugen einer täglichen Verarbeitung von 3000 Doppelzentnern Carnallit zuzuführen. Die Endlaugen sind zuvor in einem Bassin zu sammeln, welches die bei einer Verarbeitung von 18000 Doppelzentnern Carnallit entstehenden Abwässer aufzunehmen vermag, und vor ihrer Einführung in die Unstrut mit mindestens der 2 fachen Menge Wasser zu verdünnen. Die Einleitung in die Unstrut soll an mehreren Stellen unterhalb des Wehres von Bretleben erfolgen. Einem Sekundenliter Unstrutwasser darf nicht mehr als 45 Milligramm Salz durch die Endlaugen zugeführt werden. Wenn die Härte des Unstrutwassers $^1/_2$ km unterhalb der Einmündungsstelle der Endlauge $37\,^1/_2{}^0$ übersteigt, darf weitere Endlauge nicht eingeleitet werden. Von den bei dem Betriebe sich ergebenden Endlaugen sind Menge und Dichte zu bestimmen. Wegen der Gewerkschaft Thüringen vgl. unter c.

Ebenfalls durch Entscheidung des Bezirksausschusses zu Merseburg hat die Gewerkschaft Roßleben zu Roßleben das Recht, die Endlaugen einer täglichen Verarbeitung von 3000 Doppelzentnern Carnallit in die Unstrut abzuleiten. Die Endlaugen sind zur völligen Durchmischung und zur Sicherung eines gleichmäßigen Ablaufs zunächst in einem Bassin zu sammeln, welches mindestens die Endlaugen einer Carnallitverarbeitung von 9000 Doppelzentnern aufzunehmen vermag. Von diesem Hauptsammelbassin sind die Endlaugen nach 2 getrennten Sammelbehältern zu führen,

[1]) Die Errichtung und der Betrieb der Chlorkalium- und Sulfatfabrik Rastenberg, sowie die Ableitung der Endlaugen dieser Fabrik in die Ilm ist der Gewerkschaft unter dem 29. Dezember 1908 unter Vorbehalt genehmigt worden.

Digitized by Google

von denen jedes mindestens die an einem Tage anfallenden Endlaugen aufzunehmen vermag, und deren Zu- und Abflüsse mit verschließbaren, unter Kontrolle der Ortspolizeibehörde zu stellenden Absperrvorrichtungen zu versehen sind. Vor dem Eintritt in die Unstrut sind die Abwässer mit der doppelten Menge Wasser zu verdünnen. Wenn die Einleitung nicht unter Druck durch eine Streudüse erfolgt, so darf sie nicht an einer Stelle, sondern muß an mehreren Stellen vorgenommen werden. Die Gesamthärte des Unstrutwassers darf an keiner Stelle des Flußquerschnittes $37\,^1/_2$ Härtegrade überschreiten; sobald dies der Fall ist, dürfen weitere Mengen von Endlaugen nicht eingeleitet werden. Über die Menge und Dichte der Endlaugen, die sich bei dem Betriebe der Fabrik ergeben, ist genau Buch zu führen. Zur Zeit verarbeitet die Gewerkschaft Roßleben nur Hartsalze. Nach den den Berichterstattern gemachten Mitteilungen kann sie die ihr erteilte Konzession nicht ausnützen, da die Gewerkschaft Thüringen das Recht besitzt, die Helme bis zu 45° zu verhärten, infolgedessen das Unstrutwasser schon stark verhärtet nach Roßleben kommt.

c) An der Helme bestehende Gerechtsame.

Der Bezirksausschuß zu Erfurt hat der Chlorkaliumfabrik des vorhin schon erwähnten Kaliwerks Sollstedt eine Konzession zur Ableitung von Endlaugen in die Zorge und Helme erteilt. Die durch die Einleitung der Endlaugen in die Helme und Zorge bedingte Gesamthärte des Wassers dieser Flüsse darf an den unterhalb der Einmündungsstellen einzurichtenden Kontrollstationen 45° nicht übersteigen. Desgleichen darf die Härte des Wassers der großen und kleinen Helme dicht vor ihren Einmündungen in die Unstrut an den daselbst einzurichtenden Kontrollstationen $37\,^1/_2{}^0$ nicht übersteigen. Wenn die Härte des Helme- und Zorgewassers unterhalb der Laugeneinmündungsstelle 45° oder die Härte des Wassers der großen und kleinen Helme bei der Einmündung in die Unstrut $37\,^1/_2{}^0$ übersteigt, darf weitere Endlauge nicht eingeleitet werden. Der Helme und Zorge darf höchstens nur die Endlauge einer täglichen Verarbeitung von 3000 Doppelzentnern Carnallit zugeführt werden. Der Abfluß der verdünnten Endlauge in den Flußlauf ist so einzurichten, daß die Endlauge aus zahlreichen Öffnungen der siebartig gelochten, über den Fluß gezogenen Rohre über die ganze Flußbreite hin in dünnen Strahlen ausgestoßen wird, damit dauernd eine gute Vermischung der Endlaugen mit dem Flußwasser erreicht wird. Wasserproben sind täglich zu untersuchen und Pegelmessungen täglich auszuführen. Die darüber geführten Bücher sind dem Gewerbeaufsichtsbeamten und der Ortspolizeibehörde jederzeit zugänglich zu machen. Während der Rübenverarbeitung in den flußabwärts liegenden Zuckerfabriken an der Helme und Zorge dürfen Endlaugen dem Flußwasser nicht zugeführt werden.

Der Chlorkaliumfabrik der Gewerkschaft Thüringen zu Heygendorf ist vom Bezirksausschuß zu Apolda die Konzession zur Einleitung der Endlaugen bis zur Verhärtung von höchstens 42—45 deutschen Härtegraden verliehen worden, jedoch dürfen höchstens 5000 Doppelzentner Rohsalze täglich verarbeitet werden. Die Einleitung der Endlaugen soll unterhalb Kalbsrieth und zwar 550 m oberhalb der Einmündung der großen Helme in die Unstrut erfolgen. „Sofern sich herausstellen sollte“,

Digitized by Google

heißt es in den Konzessionsbedingungen, „daß bei der Einleitung an dieser Stelle die Endlaugen sich bei der Einmündung (der Helme) in die Unstrut noch nicht hinreichend mit dem Helmewasser vermischt haben, ist die Einleitung an einer anderen vom Großherzoglichen Bezirksdirektor zu bestimmenden Stelle, eventl. 40 m unterhalb der letzten zur Bewässerung des Mönchenrieths dienenden Schleuse, oberhalb des Ortes Kalbsrieth zu bewirken. In diesem Fall hat die Einleitung ausschließlich an der unterhalb Kalbsrieth gelegenen Stelle dann zu erfolgen, wenn der Wasserstand der großen Helme auf weniger als 1500 Sekundenliter sinkt. In der übrigen Zeit darf nur an der oberhalb gelegenen Stelle eingeleitet werden". Die Endlaugen dürfen nur geklärt, gekühlt und mit mindestens der 2—3 fachen Menge Wasser verdünnt und nicht stoßweise in die große Helme geleitet werden.

Der Ausfluß der Endlaugen in die Helme ist so einzurichten, daß sie in dünnen Strahlen unter Wasser durch eine Düse ausgestoßen werden. Außerdem sind regelmäßige Pegelmessungen und Kontrolluntersuchungen vorgeschrieben.

II. Veränderungen und Gebrauchsbeeinträchtigungen des Flußwassers durch die Endlaugen der Chlorkaliumfabriken im allgemeinen.

Die Veränderungen, welche das Wasser der Flußläufe durch die Einleitung von Endlaugen aus Chlorkalium-Fabriken erleidet, bestehen nach den vorstehenden Ausführungen im wesentlichen darin, daß die Gesamtmenge der Mineralbestandteile des Wassers, insbesondere der Gehalt an Schwefelsäure, Chlor, Magnesium und damit auch die Härte eine wesentliche Erhöhung erfährt. Daneben wird der Gehalt an Kalium und Natrium vergrößert. Gegen eine Vermehrung der Mineralsalze im Wasser sind von verschiedener Seite Einsprüche erhoben worden; im wesentlichen betreffen dieselben gesundheitliche, gewerbliche, landwirtschaftliche und fischereiliche Interessen. In gesundheitlicher Beziehung wird befürchtet, daß das Flußwasser, von welchem besonders zur Viehtränke Gebrauch gemacht wird, zu diesem Zweck unbrauchbar werden würde. Das Flußwasser sei ferner wegen der hohen Härte für den Hausgebrauch nicht mehr tauglich. Auch würde durch Eintritt von Flußwasser zum Grundwasser das Brunnenwasser verschlechtert. Gewerbliche Interessen sollen dadurch geschädigt werden, daß salzhaltige Flußwässer für manche Betriebe unverwendbar werden oder schädliche Wirkungen auf die Metallteile ausüben, mit denen sie in Berührung kommen. Als Speisewasser für Dampfkessel soll solches Flußwasser nachteilig sein. Die Landwirtschaft befürchtet von der Bewässerung der Wiesen mit salzhaltigem Flußwasser eine Schädigung des Graswuchses. Die Fischerei schließlich hat die Besorgnis, daß die Versalzung der Flußwässer eine Abnahme des Fischbestandes zur Folge haben werde.

Von besonderen Klagen seitens der Bewohner des Wippertals sei hervorgehoben, daß bei der Gemeindeherde in Göllingen im Jahre 1907 in etwa 5 Tagen 10 Schafe angeblich verendet sind, welche mit Wipperwasser getränkt wurden. Im Gutsbezirk Seega sollen im Januar 1908 zwei Pferde infolge des Genusses von Wipperwasser an kolikartigen Erscheinungen erkrankt sein. Ähnliche Erkrankungen des Rindviehs

Digitized by Google

werden von dem Gemeindebezirk Günserode aus dem Jahre 1907 berichtet. In den Gemarkungen Göllingen, Seega, Günserode ist eine Abnahme des Fischbestandes in den letzten Jahren auffällig hervorgetreten. Bis vor einigen Jahren soll es in der Wipper nicht wenig Aale, Barben, Weißfische und Hechte gegeben haben. Der Fischbestand soll auch in der Unstrut in den letzten Jahren erheblich abgenommen haben. Die Speisung der Dampfkessel mit Unstrutwasser soll einen erhöhten Ansatz von Kesselstein zur Folge gehabt haben, der auf die Verunreinigung durch Endlaugen von Chlorkaliumfabriken zurückgeführt wird. Mißstände in landwirtschaftlicher Beziehung sind von der Unstrut bisher nicht gemeldet worden; dagegen finden sich Angaben vor, daß ein Zusammenhang des Unstrutwassers mit dem Grundwasser und den von ihm gespeisten Brunnen besteht.

12. Die Mengen der von Wipper und Unstrut aufgenommenen Endlaugen und ihre Verteilung.

Die vorstehend aufgeführten Konzessionen lassen sich nach der Art und Weise, wie sie die Abwässerfrage der Chlorkaliumfabriken behandeln, in zwei Gruppen teilen. In der einen Gruppe wird die Menge der Rohsalze angegeben, welche täglich verarbeitet werden darf, in der anderen Gruppe wird der höchste zulässige Härtegrad angegeben, welchen das Wasser der Vorflut durch die Einleitung der Endlaugen erreichen darf, bisweilen auch die höchste zulässige Menge des Gehaltes an Chloriden. In mehreren Fällen wird eine Beschränkung nach beiden Richtungen auferlegt.

Für die Erstattung dieses Gutachtens schien es von größter Bedeutung zu sein, festzustellen, wie viel Endlaugen Wipper und Unstrut insgesamt zurzeit täglich aufnehmen und wieviel sie auf Grund der erteilten Konzessionen bei deren völliger Ausnutzung aufnehmen müßten. Nimmt man dann eine ganz gleichmäßige Verteilung und einen durchaus kontinuierlichen Abfluß der Endlaugen an, so läßt sich mit Hilfe der Daten über die Wasserführung von Wipper und Unstrut ungefähr berechnen, welcher niedrigste Grad der Verhärtung des Wassers der genannten Flüsse sich unter den gegenwärtigen Umständen wird erreichen lassen. Im folgenden sind nur die Endlaugen von der Carnallitverarbeitung berücksichtigt worden, da andere Abwässer (z. B. Kieseritwaschwässer) an der Wipper und Unstrut nur eine untergeordnete Rolle spielen [1]). Es ist damit gerechnet, daß 1000 Doppelzentner Carnallit 50 cbm Endlauge vom spezifischen Gewicht 1,30—1,33 (bei 15°) liefern.

Die Zusammenstellung in der folgenden Tabelle 6 ist nach zwei Gesichtspunkten vorgenommen, insofern einmal die zurzeit der Besichtigung tatsächlich verarbeiteten Carnallitmengen in Rechnung gestellt, andererseits aber auch die konzessionsmäßig zugestandenen Mengen berücksichtigt wurden. Da ein großer Teil dieser Konzessionen zurzeit gar nicht ausgenutzt wird, so sind die hier errechneten Werte einstweilen nur von theoretischer Bedeutung. Sie sind ihrer Größe nach aber recht beträchtlich.

[1]) Nach neueren Mitteilungen wollen indessen die Gewerkschaften in Wolkramshausen und Göllingen künftig auch die Kieseritverarbeitung betreiben. Das vorliegende Gutachten konnte auf diese Pläne noch keine Rücksicht nehmen.

Digitized by Google

Tabelle 6.

a) Wipper.

Es verarbeitet das Kaliwerk	Zurzeit täglich Carnallit dz	Bei voller Ausnutzung der Konzession täglich Carnallit dz	Bei voller Ausnutzung der Konzession führt bei dem Ort . . . . . . die Wipper die Endlaugen von . . . dz Carnallit mit sich.
1. Bernterode, 2. Sollstedt, 3. Bleicherode (in Preußen)		5 000	Bleicherode 5 000
4. Ludwigshall (Wolkramshausen) (in Preußen und Schwarzburg-Rudolstadt)	6 000	5 000 (6 000)	
5. Immenrode (in Preußen und Schwarzburg-Rudolstadt)		4 000	
6. Hayn (Nordhäuser Kaliwerke) (in Preußen und Schwarzburg-Rudolstadt)			
	6 000	15 000	Klein-Furra 15 000
7. „Glückauf“ (Stockhausen) (in Schwarzburg-Sondershausen)	2 000	(2 000)	
	8 000	17 000	Jecha 17 000
8. Günthershall (Göllingen) (in Schwarzburg-Rudolstadt)	1 000	(1 000)	
Summe	9 000	18 000	Sachsenburg 18 000

b) Unstrut.

Es verarbeitet das Kaliwerk	Zurzeit täglich Carnallit dz	Bei voller Ausnutzung der Konzession täglich Carnallit dz	Bei voller Ausnutzung der Konzession führt bei dem Ort . . . . . . die Wipper die Endlaugen von . . . dz Carnallit mit sich.
1. Volkenroda (in Sachsen-Koburg-Gotha)			
2. Sollstedt (Unstrutkonzession) (i. Preußen)		3 000	
3. Rastenberg (in Sachsen-Weimar)			
Kaliwerke an der Wipper	9 000	18 000	
	9 000	21 000	Sachsenburg 21 000
4. „Großherzog Wilhelm Ernst“ (in Sachsen-Weimar)	[8 000] bzw. 3 500 [1])	(8 000)	
	[17 000] bzw. 12 500 [1])	29 000	Bretleben 29 000
5. Heldrungen (in Preußen)	3 000	(3 000)	
6. Günthershall (Ableitung durch die Frankenhäuser Wipper) (in Schwarzburg-Rudolstadt)		3 000	
	[20 000] bzw. 15 500 [1])	35 000	Artern 35 000
7. Sollstedt (Helmekonzession) (in Preußen)		3 000	
8. Thüringen (Ableitung durch die Helme) (in Sachsen-Weimar)	5 000	(5 000)	
9. Roßleben (in Preußen)		3 000	
Summe	[25 000] bzw. rund 20 000 [1])	46 000	Wendelstein 46 000

Anmerkung: Bei denjenigen Werken, bei welchen die Anzahl der zur Verarbeitung freigegebenen dz Karnallit in der Konzession nicht angegeben ist, bei denen also die Konzession auf Grund der zulässigen Verhärtung des Vorfluters erteilt wurde, ist angenommen worden, daß mit der Zahl der nach Angabe der betreffenden Werke täglich verarbeiteten dz die Konzession voll ausgenutzt wird. Diese Zahlen sind daher aus der links stehenden Spalte in die rechte Spalte übernommen und deswegen in runde Klammern gesetzt worden.

[1]) Nach einer späteren Mitteilung der Großherzogl. Sächs. Regierung gelegentlich der Beratung des Entwurfs. Die Berichterstatter haben, entsprechend den ursprünglichen Angaben mit 8000 dz und mit einer Gesamtsumme von 25 000 dz statt 20 000 gerechnet (vergl. Tabelle 13). Die Zahlen, mit denen gerechnet worden ist, sind in [ ] gesetzt worden.

Digitized by Google

Nach der Aufstellung, wie sie sich in der Tabelle 6a vorfindet, werden zurzeit in den Fabriken an der Wipper täglich 9000 Doppelzentner Carnallit verarbeitet, was einer Ablaugenmenge von 450 cbm entspricht. Die Verarbeitung der doppelten Menge Carnallit wäre nach den Konzessionen möglich. Die Unstrut nimmt bis zum Einfluß der Wipper Kalifabrikabwässer noch nicht auf. Die neuen Werke in Volkenroda und Rastenberg besitzen[1]) noch keine Konzessionen. Das Werk Sollstedt benutzt seine Unstrutkonzession nicht. Erst durch die Aufnahme der Wipper bei Sachsenburg gelangen demnach die ersten Kaliendlaugen in die Unstrut. Trotzdem die Unstrut etwa viermal soviel Wasser führt als die Wipper, machen sich die Endlaugen in der Unstrut doch recht bemerkbar, wenn auch nicht so erheblich, wie in der Wipper.

Unmittelbar in die Unstrut entwässern nach dem Einfluß der Wipper die Kaliwerke in Oldisleben, Heldrungen und Roßleben (letzteres macht allerdings von seiner Konzession einstweilen keinen Gebrauch). Mittelbar gehen weiter der Unstrut zu durch die Frankenhäuser Wipper die Endlaugen von Günthershall und durch die Helme die Endlaugen des Kaliwerkes Thüringen. Das Werk Sollstedt benutzt seine Helmekonzession nicht.

Der Tabelle 6b ist zu entnehmen, daß die Unstrut zurzeit täglich 1000 cbm Endlaugen aufnimmt, herrührend von einer Verarbeitung von rund 20000 Doppelzentnern Carnallit. Würden die erteilten Konzessionen voll ausgenutzt werden, so würde die Menge der Endlaugen täglich auf 2300 cbm steigen, entsprechend einer Verarbeitung von 46000 Doppelzentnern Carnallit. Die volle Ausnutzung dieser Konzessionen ist aber unwahrscheinlich. Bei der Annahme, daß die Endlaugen in der Weise zusammengesetzt sind, wie dies auf S. 6 dargelegt worden ist, würden demnach der Wipper und Unstrut durch die Endlaugen folgende Mengen an Chlor, Schwefelsäure (SO_4) und Magnesium zugeführt werden:

Tabelle 7.

kg	Menge der zufließenden Endlaugen bei der							
	Wipper				Unstrut			
	zurzeit		nach Ausnutzung aller Konzessionen		zurzeit[2])		nach Ausnutzung aller Konzessionen	
	täglich	sekundlich	täglich	sekundlich	täglich	sekundlich	täglich	sekundlich
Chlor . . .	131 130	1,52	262 260	8,03	291 300 [364 000]	3,37 [4,22]	670 000	7,76
Schwefelsäure	12 690	0,15	25 380	0,29	28 300 [35 300]	0,33 [0,41]	64 900	0,50
Magnesium .	48 420	0,56	96 840	1,12	107 600 [134 500]	1,25 [1,56]	247 500	2,87

Mit Hilfe dieser Zahlen und der annähernd (vergl. S. 18) oder genauer bekannten Wasserführung von Wipper und Unstrut kann ungefähr berechnet werden, wie groß die Versalzung bei den verschiedenen Wasserständen, einen gleichmäßigen Ablauf der Endlaugen vorausgesetzt, ausfallen muß. Notwendig ist es zu diesem

[1]) d. h. zur Zeit der Vorarbeiten für das Gutachten.

[2]) Vergl. Fußnote zu Tabelle 6, S. 39.

Digitized by Google

Zwecke ferner, Angaben über die chemische Zusammensetzung des Flußwassers vor Zutritt der Kalifabrikendlaugen zu besitzen. Dazu müssen teils Wasseruntersuchungen von solchen Stellen des Flusses dienen, die oberhalb des Zutritts der ersten Kalifabrikabwässer gelegen sind, teils Analysen von Wasserproben, welche zwar weiter unterhalb entnommen worden sind, aber zu einer Zeit, als Endlaugen noch nicht eingeleitet wurden[1]). Einzelne solcher Analysen finden sich in den oben angeführten Arbeiten, leider allerdings meist ohne Angabe des Wasserstandes.

a) Versalzung der Wipper.

Die folgende Tabelle 8 bringt die vorhandenen Analysen über die „ursprüngliche" Zusammensetzung des Wipperwassers, soweit sie den Berichterstattern zugänglich gewesen sind.

Tabelle 8. Gehalt des ursprünglichen Wipperwassers an Chlor, Kalzium und Magnesium.

Ort, Jahr und Tag der Untersuchung	Untersucher	Wasserführung der Wipper in Sachsenburg	Chlor mg im l	Kalzium mg im l	Magnesium mg im l	Härte Deutsche Grade
Bernterode						
1908. 2. Juni	Beckurts	16,3	(8)	115	14,8	19,6
10. Oktober	Kaiserl. Gesundheitsamt	2,2	12	136	18	23,3
Sondershausen						
1895. 22. Juli	Soltsien in Erfurt	—	72	177	27,8	30,7
29. August	Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei in Berlin (vergl. Gutachten Nr. 2, S. 27)	—	63	131	53,2	30,1
Sachsenburg						
1895. November	Dr. Drenkmann in Halle	—	97,7	255	48,8	44,1
1896. 4. Juni	Derselbe (vergl. Gutachten Nr. 1, S. 27)	—	69,8	204	38,3	37,3

Die Wipper führte bei Bernterode an den beiden Untersuchungstagen des Jahres 1908 sehr verschiedene Wassermengen (Mittelwasser am 2. Juni und Mittelsommerniederwasser am 10. Oktober). Wie gewöhnlich, geht der Salzgehalt etwa im umgekehrten Sinne wie die Wassermenge. Die älteren Analysen bei Sondershausen sind im Sommer ausgeführt worden, desgleichen die eine der beiden Analysen bei Sachsenburg. Man wird also hier auch ohne nähere Kenntnis der Pegelstände einen Sommerwasserstand annehmen dürfen. Auch ohne das Hinzutreten von Kalifabrik-

[1]) Aus dem oben (S. 27) angeführten Gutachten des Dr. Drenkmann muß man schließen, daß die Kaliindustrie im Wippergebiet 1895 zwar im Entstehen begriffen war, aber noch keine Abwässer produzierte.

abwässern ist eine starke Zunahme des natürlichen Salzgehaltes im Wipperwasser auf der Strecke Bernterode-Sachsenburg erkennbar.

In der folgenden Tabelle ist nun die oben gekennzeichnete Rechnung[1]) für die wasserärmsten und wasserarmen Tage durchgeführt, d. h. für die Tage, an welchen die Unstrut weniger als Mittelsommerwasser am Pegel von Wendelstein führte.

In der ersten Spalte der Tabelle 9 ist die Anzahl dieser Tage angegeben, in Spalte 2 die zugehörige Wasserführung. Die Berechnung ist durchgeführt für die Stoffe Chlor, Kalzium und Magnesium und für die aus den Mengen dieser Stoffe gefundenen Werte für die Kalkhärte, Magnesiahärte und Gesamthärte. Jede Berechnung ist aufgestellt

1. für den ursprünglichen Zustand des Wassers (als solcher ist zunächst die Zusammensetzung des Wipperwassers in Bernterode angenommen worden), Spaltengruppe A;
2. für den Zustand des Wipperwassers, wie er sich aus der derzeitigen Carnallitverarbeitung errechnet, Spaltengruppe B;
3. für den Zustand des Wipperwassers, welcher bei voller Ausnützung aller Konzessionen eintreten müßte, Spaltengruppe C.

Der Flußlauf der Wipper ist ferner bei der tabellarischen Aufstellung in 4 Strecken eingeteilt worden, nämlich in

1. Oberlauf bis unterhalb der Bodeeinmündung.

Hier findet zurzeit eine künstliche Versalzung durch Kaliabwässer nicht statt, da die auf der Strecke liegenden Werke ihre Konzession gegenwärtig nicht ausnützen. Da aber das fiskalische Werk Bleicherode eine Konzession zur Verarbeitung von Mengen bis zu 5000 Doppelzentnern Carnallit besitzt, so ist der etwaigen Versalzung der Wipper durch das Kaliwerk Bleicherode in der Spaltengruppe C Rechnung getragen worden.

2. Strecke unterhalb der Einmündung der Bode bis Klein-Furra. Auf dieser Strecke fließen der Wipper die Endlaugen der Elektrizitätswerke und Chemischen Fabriken Wolkramshausen zu, welche gleichzeitig die Salze der Kaliwerke Ludwigshall und Immenrode und der Nordhäuser Kaliwerke in Hayn verarbeiten. Die Konzession beträgt für Wolkramshausen (Ludwigshall) 6000 Doppelzentner Carnallit täglich und für die Nordhäuser Kaliwerke 4000 Doppelzentner. Zurzeit verarbeitet Wolkramshausen im ganzen 6000 Doppelzentner täglich. Die dem Kaliwerk Klein-Furra seiner Zeit erteilte Konzession ist unberücksichtigt geblieben, da diese Konzession inzwischen erloschen ist (vergl. S. 33).

3. Strecke von Klein-Furra bis Jecha. Auf dieser Strecke nimmt die Wipper die Endlaugen des Kaliwerkes „Glückauf" in Stockhausen auf, welches eine Konzession zur Verarbeitung von 2000 Doppelzentnern Carnallit besitzt, die aber nicht ausgenutzt wird.

4. Strecke von Jecha bis Sachsenburg (Mündung der Wipper in die Unstrut). Auf dieser Strecke nimmt die Wipper die Endlaugen der Chlorkaliumfabrik Günthers-

[1]) Diese und die folgenden Berechnungen sind von dem wissenschaftlichen Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte, Dr. Pleißner, ausgeführt worden.

Digitized by Google

Tabelle 9. Chemische Zusammensetzung des Wipperwassers.

	Anzahl der Tage	Abfluß in sek./cbm	A Das ursprüngliche Wasser						B Das Wasser bei der derzeitigen Verarbeitung von Carnallit						C Das Wasser bei einer konzessionsgemäßen Verarbeitg. von Carnallit					
			Chlor (mg im l)	Kalzium (mg im l)	Magnesium (mg im l)	Härtegrade Kalzium	Härtegrade Magnesium	Härtegrade Gesamt	Chlor (mg im l)	Kalzium (mg im l)	Magnesium (mg im l)	Härtegrade Kalzium	Härtegrade Magnesium	Härtegrade Gesamt	Chlor (mg im l)	Kalzium (mg im l)	Magnesium (mg im l)	Härtegrade Kalzium	Härtegrade Magnesium	Härtegrade Gesamt
Niedrigstes W. bis M. S. W.	**1. Auf der Strecke bis unterhalb Bleicherode**																			
150	55	0,6	12	140	20	19,6	4,6	24,2							1410	140	538	19,6	124,0	144
	95	2,4	12	120	15	16,8	3,5	20,3							363	120	144	16,8	33,2	50
	2. Auf der Strecke bis Klein Furra																			
150	55	1,0	30	160	30	22,4	6,9	29,3	1040	160	403	22,4	93,0	115	2560	160	964	22,4	222,0	244
	95	3,1	20	130	20	18,2	4,6	22,8	346	130	140	18,2	32,2	50	836	130	321	18,2	74,0	92
	3. Auf der Strecke bis Jecha																			
150	55	1,4	40	180	40	25,2	9,2	34,4	1005	180	396	25,2	91,2	116	2086	180	797	25,2	183,0	208
	95	3,8	25	140	20	19,6	4,6	24,2	380	140	151	19,6	34,8	54	778	140	299	19,6	68,8	88
	4. Auf der Strecke bis Sachsenburg																			
150	20	1,1	100	220	50	30,8	11,5	42,3	1480	220	560	30,8	129,0	160	2850	220	1068	30,8	246,0	277
	35	1,8	90	200	45	28,0	10,4	38,4	935	200	356	28,0	82,0	110	1770	200	667	28,0	154,0	182
	45	2,7	80	180	40	25,2	9,2	34,4	641	180	247	25,2	57,0	82	1200	180	455	25,2	105,0	130
	28	3,7	70	160	35	22,4	8,1	30,5	479	160	187	22,4	43,2	66	889	160	338	22,4	77,8	100
	22	4,6	60	150	30	21,0	6,9	27,9	389	150	152	21,0	35,0	56	718	150	273	21,0	62,8	84
M.H.W.	215	15,3	50	140	25	19,6	5,8	25,4	149	140	62	19,6	14,3	34	248	140	98	19,6	22,6	42
	365	10,1[1]	62	156	31	21,8	7,1	28,9	212	156	86	21,8	19,8	42	362	156	142	21,8	82,7	55

ball in Göllingen auf, welche eine Konzession zur täglichen Verarbeitung von 1000 Doppelzentnern Carnallit besitzt.

Zur Feststellung des natürlichen Salzgehaltes der drei letztgenannten Flußstrecken sind die in Tabelle 8 angegebenen Zahlen der früheren Analysen aus den auf S. 27 angeführten Gutachten Nr. 1 und 2 herangezogen worden. Die Werte sind, in Ermangelung besserer Unterlagen, zum Teil durch Interpolation gefunden.

Die Gesamtbelastung der Wipper mit Endlaugen entspricht also gegenwärtig etwa 9000 Doppelzentnern Carnallit und würde, bei voller Ausnutzung der Konzessionen, 18000 Doppelzentnern entsprechen, wenn man die Beschränkungen, welche durch die vorgeschriebene Verhärtungsgrenze gesetzt sind, außer acht läßt. Die aufgestellte Rechnung kann natürlich einen Anspruch auf Vollkommenheit nicht erheben, sie dürfte aber doch eine annähernd richtige Vorstellung der Verhältnisse geben; ihre Ergebnisse stehen im allgemeinen auch im Einklang mit

[1]) Mittlerer sekundlicher Jahresabfluß.

Digitized by Google

den bei den chemischen Flußwasseranalysen erhaltenen Resultaten (s. u.). Die Rechnung ergibt, daß zurzeit (Spalte B) das Wipperwasser, mit Ausnahme der obersten Strecke, an den 150 wasserärmeren Tagen des Jahres mehr als die konzessionsmäßig zugestandene Härte besitzen muß, wenn die anfallenden Endlaugen ohne Rücksicht auf den Wasserstand der Vorflut ganz gleichmäßig abgeleitet werden. Die berechneten Zahlen für die Gesamthärte bewegen sich bei geringen Wasserführungen auf den drei unteren Flußstrecken zwischen 50 und 160°, die Zahlen für die Magnesiahärte zwischen 32 und 129°. Auch die in der Konzession für Ludwigshall erlaubte oberste Versalzungsgrenze des Flußwassers: 400 mg Chlor im Liter Wasser würde bei Einleitung der Endlaugen ohne Rücksicht auf den Wasserstand der Vorflut sehr oft überschritten werden. Die Zahlen für Chlor steigen bis auf 1480 mg im Liter. Würde man dagegen den Abfluß der Endlaugen den Wasserständen genau entsprechend auf das ganze Jahr verteilen können (vergl. die letzte Zeile der Tabelle), so würde sich nur eine Verhärtung von 42° Gesamthärte und ein Chlorgehalt von 212 mg ergeben.

Bei der Untersuchung der Wipper vom 1.—4. Juni 1908 durch die Berichterstatter (vergl. Anlage B) herrschte ein verhältnismäßig hoher Wasserstand, sodaß die in den entnommenen Proben gefundenen Härte- und Chlorzahlen niedrig liegen. Es betrug z. B. die Gesamthärte und der Chlorgehalt bei Wolkramshausen (Probe Nr. 11) nur 40° und 220 mg; bei Jecha (Probe Nr. 12) 35° und 174 mg; bei Berka (Probe Nr. 13) 39° und 170 mg; bei Seega (Probe Nr. 15) 46° und 301 mg; bei Sachsenburg (Probe Nr. 16) 39° und 188 mg. Dagegen wurden bei der Untersuchung vom 1.—5. Oktober 1908 an der Wipper bei Sachsenburg (vergl. Anlage D) durch Dr. Pleißner Härten zwischen 78 und 91° und ein Chlorgehalt zwischen 353 und 1044 mg festgestellt, während sich die entsprechenden Werte bei Bernterode zwischen 23 und 24° Härte und 11—12 mg Chlor bewegten.

Ferner geht aus zahlreichen Analysen von Wasserproben, welche der Hofrat Dr. Wagner in Sondershausen im Auftrage des Fürstlichen Landrats in Frankenhausen allwöchentlich entnimmt und deren Untersuchungsergebnisse er seit geraumer Zeit dem Gesundheitsamt regelmäßig eingesandt hat, hervor, daß bei Göllingen und Seega Härte und Chlorgehalt der Wipper die in den Konzessionen vorgeschriebenen Grenzen in etwa 95 % der Fälle überschreiten. Die Zahlen seit dem Juni 1908 mögen hier angeführt werden (Tabelle 10 S. 45).

Da genauere Wasserstandsangaben fehlen, läßt sich die Beziehung des Salzgehaltes der Wipper zu der Größe der Wasserführung nicht feststellen.

Es betrug bei Göllingen die niedrigste Verhärtung 30°, die höchste Verhärtung 126°; bei Seega der niedrigste Härtewert 32°, der höchste 128°. Der Chlorgehalt des Wipperwassers schwankte bei Göllingen zwischen 168 und 1440 mg, bei Seega zwischen 184 und 1520 mg[1]) im Liter.

[1]) Bei Günserode wurden gefunden bis zu 144° Härte und 1940 mg Chlor.

Tabelle 10.

Zeit der Probeentnahme		Wasserstand	Wipper bei Göllingen oberhalb der Einleitung der Endlaugen		Wipper bei Seega unterhalb der Einleitung der Endlaugen	
			Härtegrade	Chlor [1]) mg im l	Härtegrade	Chlor [1]) mg im l
1908.	12. Juni	Mittelwasser	38	234	42	290
	19. Juni	Niederwasser	49	355	50	347
	27. Juni	„	49	347	54	374
	2. Juli	„	50	340	54	397
	9. Juli	Mittelwasser	50	319	59	709
	15. Juli	„	48	468	52	475
	26. Juli	„	52	638	55	752
	1. August	„	69	623	64	590
	7. August	„	112	1135	117	1219
	15. August	„	95	875	101	957
	22. August	„	70	567	77	709
	29. August	„	78	704	88	952
	5. Septemb.	„	74	1045	74	1056
	13. Septemb.	„	81	857	91	976
	20. Septemb.	„	79	832	78	872
	2. Oktober	„	100	1008	106	1097
	4. Oktober	„	95	1232	97	1520
	9. Oktober	„	85	836	94	1020
	18. Oktober	„	78	684	84	920
	24. Oktober	Schwaches Mittelw.	73	737	82	899
	30. Oktober	Mittelwasser	76	728	92	1128
	8. Novemb.	„	94	1136	97	1264
	15. Novemb.	Sehr schw. Mittelw.	96	1096	114	1440
	21. Novemb.	Niederwasser	62	468	70	720
	29. Novemb.	Mittelwasser	46	272	50	384
	5. Dezemb.	„	62	488	64	536
	11. Dezemb.	Sehr schw. Mittelw.	56	696	65	704
	19. Dezemb.	Mittelwasser	71	696	75	864
	24. Dezemb.	Schwaches Mittelw.	79	720	86	776
	31. Dezemb.	Niederwasser	73	664	77	704
1909.	9. Januar	„	91	920	98	1056
	15. Januar	Mittelwasser	75	653	98	1120
	29. Januar	„	109	1124	116	1432
	13. Februar	Starkes Mittelw.	36	320	42	385
	20. Februar	Mittelwasser	58	506	65	800
	27. Februar	„	54	416	68	752
	6. März	„	68	648	85	1008
	12. März	„	82	824	92	1152
	19. März	Hochwasser	74	880	77	840
	26. März	?	30	168	32	184
	2. April	Hochwasser	56	496	58	528
	10. April	„	63	680	61	652
	16. April	Starkes Mittelw.	44	270	55	520

[1]) Einzelne der hohen Chlorzahlen rühren daher, daß bei der neuen Schachtanlage in Bebra bei Sondershausen eine Sole angeschlagen wurde, welche über 35 g Chlor im Liter enthält; diese Sole gelangte durch die Bebra unterhalb Sondershausen in die Wipper.

Digitized by Google

Zeit der Probeentnahme	Wasserstand	Wipper bei Göllingen oberhalb der Einleitung der Endlaugen		Wipper bei Seega unterhalb der Einleitung der Endlaugen	
		Härtegrade	Chlor mg im l	Härtegrade	Chlor mg im l
1909. 23. April	Starkes Mittelw.	34	208	43	280
1. Mai	„	66	694	87	1048
7. Mai	Mittelwasser	69	712	72	848
14. Mai	„	53	580	55	704
21. Mai	„	95	1082	96	1142
29. Mai	„	109	1096	128	1408
4. Juni	„	86	872	99	1016
13. Juni	„	87	920	89[1])	984
17. Juni	Niederwasser	116	1200	119[1])	1414
24. Juni	„	114	1200	121[1])	1740
1. Juli	„	126	1440	144[1])	1940

b) Versalzung der Unstrut.

Eine ähnliche Rechnung wie für die Wipper ist auch für die Unstrut durchgeführt worden. Die Verhältnisse komplizieren sich hier nur insofern, als zunächst einmal der Einfluß der Wipper und Helme berücksichtigt werden muß, und ferner eine Reihe salzhaltiger Zuflüsse in Frage kommen, welche nicht der Kaliindustrie ihre Entstehung verdanken, nämlich Frankenhäuser Solgraben[2]), Ringlebener Kanal, Abfluß der Saline Artern und Abfluß der Friedhofsquelle in Artern. Die beiden ersteren führen der Unstrut ein dem Unstrutwasser ähnlich zusammengesetztes Wasser in einer Menge von etwa $^1/_2$ sek./cbm zu (vgl. Anlage A, Probe 10 und 11), was einer sekundlichen Chlorzufuhr von etwa 200—250 g entspricht. Die beiden letzteren senden zusammen etwa 72 sek./l zur Unstrut, was, auf Grund der gefundenen Werte (vgl. Anlage A, Probe 12—14), bei der Annahme gleich starker Beteiligung beider Zuflüsse eine sekundliche Zufuhr von 1400 g Chlor, 20 g Magnesium und 60 g Calcium bedeutet. Diese Werte sind bei der weiter unten folgenden Berechnung entsprechend in Ansatz gebracht worden. Für die Helme fehlen nähere Angaben über Wassermenge und Wasserbeschaffenheit oberhalb des Einlaufs der Kalifabrikablaugen. Ihr Wasser ist aber zweifellos weicher und chlorärmer als das der Unstrut, so daß es verdünnend wirkt. Es ist versucht worden, diesen verdünnenden Einfluß in Rechnung zu stellen, in der Weise, daß man den für das Wasser bei Sachsenburg angenommenen (Calcium- und) Magnesiumgehalt auch für das Wasser bei Wendelstein angenommen und nur den Chlorgehalt um $\frac{1400}{2}$ g = 700 000 mg sekundlich vermehrt hat, gleich der Hälfte des Chlors, das vor und in Artern der Unstrut zugeführt wird. Durch diesen Kunstgriff wird erreicht, daß der Salzgehalt des zurzeit ver-

[1]) Entnahmestelle nach Günserode verlegt.

[2]) Die Versalzung des Frankenhäuser Solgrabens (der kleinen Wipper) durch Endlaugen des Kaliwerkes Günthershall ist dabei zunächst unberücksichtigt geblieben.

Digitized by Google

Tabelle 11. Gehalt des ursprünglichen Unstrutwassers an Chlor, Kalzium und Magnesium.

Ort, Jahr und Tag der Untersuchung	Untersucher	Wasserführung sek./cbm		Chlor	Kalzium	Magnesium	Härte	Bemerkungen
		in Sachsenburg	in Wendelstein	mg im l	mg im l	mg im l	Grade	
Strecke zwischen Gorsleben und Sachsenburg								
1897. Septemb.	Gärtner und Pfeiffer	—	—	84,7	193	46,2	38,0	12,3 sek./cbm an der Schiffsschleuse in Artern
1902. 27. März	Kraut	(nach Angabe des Pegels in Wendelstein U. P.) (50,2)	80,53	29,1	136	28,9	25,8	—
26. Sept.	„	(13,2)	17,04	63,7	216	41,5	39,8	—
1906. 4. April	Immendorf	(40,6)	69,0	34,6	157	33,7	29,7	—
12. April	„	(38,2)	51,5	40,1	164	38,3	31,9	—
28. April	„	(29,0)	37,0	52,4	187	41,7	35,8	—
3. Mai	„	(25,2)	31,5	57,6	194	45,2	37,7	—
26. Mai	„	(34,0)	44,0	46,1	209	45,3	39,8	—
7. Juli	„	(24,2)	30,0	69,8	208	42,6	38,9	—
23. Aug.	„	(15,4)	20,0	83,8	224	45,4	41,8	—
1907. 22. Oktob.	Kaiserl. Gesundheitsamt	(nach Angabe d. Pegel in Sachsenberg und Wendelstein U. P.) 11,5	16,0	77	228	40,9	41,4	—
1908. 30. Juni	Beckurts	23,0	25,5	60	194	44,5	37,5	—
6. Oktob.	Kaiserl. Gesundheitsamt	10,5	20,0	79	233	40	41,7	—
7. Oktob.	„	10,0	14,0	83	232	41	41,9	—
8. Oktob.	„	9,0	14,0	85	234	41	42,1	—
Strecke Sachsenburg-Oldisleben-Bretleben								
1897. Juni	Gärtner und Pfeiffer	—	—	64,6	193	39,1	36,0	Oldisleben; 14,2 sek./cbm in Artern
—	„	—	—	65,3	179	35,8	33,3	Bretleben
Septemb.	„	—	—	88,8	247	46,2	45,3	„
1902. 26. Sept.	Kraut	(nach Pegel Wendelstein U. P.) (13,2)	17,04	87,2	219	39,5	39,8	Oldisleben
—	—	(13,2)	17,04	78,7	188	41,1	35,8	Bretleben
Strecke Schönfeld-Artern								
1895. Novemb.	Drenkmann	—	—	163,3	199	46,8	38,6	200 m oberhalb der Arterner Schleuse
1897. Juni	Gärtner und Pfeiffer	—	—	118,2	193	47,1	38,0	Schönfeld
Septemb.	„	—	—	155,3	242	46,7	44,6	—
1902. 26. Sept.	Kraut	(nach Pegel Wendelstein U. P.) (13,2)	17,04	197,4	219	41,1	40,2	Schönfeld-Artern
bei Ritteburg								
1895. Novemb.	Drenkmann	—	—	251,3	192	44,1	37,1	2 km unterhalb der Arterner Zuckerfabrik
1897. Septemb.	Gärtner und und Pfeiffer	—	—	244,0	229	47,7	43,2	Ritteburg
1902. 27. März	Kraut	(nach Pegel Wendelstein U. P.) (50,2)	80,53	85,1	147	30,4	27,5	—
26. Sept.	„	(13,2)	17,04	275,1	225	41,0	41,0	—
bei Schönewerda								
1897. Juni	Gärtner und Pfeiffer	—	—	156,8	178	33,7	32,7	Schönewerda
1902. 27. März	Kraut	(nach Pegel Wendelstein U. P.) (50,2)	80,53	62,2	128	23,9	23,4	—
26. Sept.	„	(13,2)	17,04	208,2	277	37,0	39,0	—
bei Roßleben								
1895. Novemb	Drenkmann	—	—	223,4	224	42,0	41,0	200 oberhalb
				251,3	245	41,3	43,7	2 km unterhalb der Zuckerfabrik
1897. Juni	Gärtner und Pfeiffer	—	—	147,2	193	35,9	35,4	—

Digitized by Google

salzenen Unstrutwassers annähernd in Übereinstimmung mit dem der Analysen des Unstrutwassers bei Memleben gebracht wird. Die Berechnung des Chlors z. B. für die Wassermengenführung von 9,4 sek./cbm = 9400 Sekundenliter geschah nach $96 + \frac{700000}{9400} = 171$ mg/l Chlor, wovon 96 den Chlorgehalt des ursprünglichen Unstrutwassers und $\frac{700000}{9400}$ den Zuwachs bedeutet.

Da die mutmaßliche Zusammensetzung des Wipperwassers bei verschiedenen Wasserständen durch die Berechnung in Tabelle 9 bekannt ist, so läßt sich durch Kombination der Angaben über die Zusammensetzung des Unstrutwassers oberhalb der Einmündung der Wipper mit den Angaben über die Beschaffenheit des Wipperwassers die Zusammensetzung des Unstrutwassers bei Sachsenburg rechnerisch finden.

Zur Beurteilung der ursprünglichen Zusammensetzung des Unstrutwassers liegen in den anfangs genannten Gutachten Nr. 1, 3 und 7 Analysen aus den Jahren 1895, 1897 und 1902 vor; ferner verfügen die Berichterstatter über eigene Analysen von Wasserproben, welche aus der Unstrut an solchen Stellen entnommen worden sind, wo eine Beeinflussung durch Abwässer von Chlorkaliumfabriken noch nicht stattgehabt hat (vgl. vorstehende Tabelle 11 S. 47).

Da Unstrut und Wipper aus einem Niederschlagsgebiet von ähnlicher geologischer Beschaffenheit kommen, so wird die ursprüngliche Beschaffenheit beider Flußwässer sich geähnelt haben. Es geht dies auch aus einem Vergleich einzelner Zahlen in den Tabellen Nr. 9 und 11 hervor. Das Wipperwasser scheint nur etwas mehr Chlor und etwas weniger Härte, als das Unstrutwasser oberhalb des Wippereinflusses (bei Gorsleben) zurzeit aufweist, besessen zu haben.

Zur Berechnung des ursprünglichen Salzgehaltes des Unstrutwassers vor und nach der Vereinigung mit der Wipper ist daher nach den Angaben in Tabelle 11 zunächst der Salzgehalt des Unstrutwassers bei Gorsleben unter Berücksichtigung der wechselnden Wasserführung in der folgenden Tabelle 12 zusammengestellt worden.

Tabelle 12. Beschaffenheit des Wassers der Unstrut bei Gorsleben.

Bei einer Wasserführung von sek./cbm	enthält das Wasser mg im l			und besitzt Härtegrade		
	Chlor	Kalzium	Magnesium	Kalzium	Magnesium	Gesamt
4,2	95	248	44	34,7	10,1	44,8
7,4	85	235	42	32,9	9,7	42,6
9,6	79	225	41	31,5	9,5	41,0
11,2	75	218	40	30,5	9,2	39,7
12,3	72	214	39	30,0	9,0	39,0
24,0	43	160	31	22,4	7,1	29,5

Der Salzgehalt des ursprünglichen Wipperwassers geht aus der Tabelle 9 hervor.

Als Beispiel dafür, wie in der folgenden Tabelle 13 die Zahlen in der ersten Spaltengruppe berechnet worden sind, möge folgendes dienen:

Bei Sachsenburg ist für 20 Tage eine durchschnittliche Wasserführung der vereinigten Wipper und Unstrut von 5,3 sek./cbm anzunehmen. Von dieser Menge liefert die Wipper 1,1 und die Unstrut 4,2 sek./cbm.

Tabelle 13. Chemische Zusammensetzung des Unstrutwassers.

	Anzahl der Tage	Durchschnittlicher Abfluß in sek./cbm	A Des ursprünglichen Wassers						B[1]) Des Wassers bei der derzeitigen Verarbeitung von Carnallit						C Des Wassers bei einer konzessionsmäßigen Verarbeitung von Carnallit					
			Chlor	Kalzium	Magnesium	Härtegrade			Chlor	Kalzium	Magnesium	Härtegrade			Chlor	Kalzium	Magnesium	Härtegrade		
			mg im l			Kalzium	Magnesium	Gesamt	mg im l			Kalzium	Magnesium	Gesamt	mg im l			Kalzium	Magnesium	Gesamt
bei Sachsenburg (Unstrut einschl. Wipper)																				
Niedrigst. W. bis M. S. W. 150	20	5,3	96	240	45	33,5	10,4	43,9	382	240	151	33,5	34,8	68	764	240	292	33,5	67,3	101
	35	9,2	94	231	43	32,3	9,9	42,2	259	231	104	32,3	24,0	56	478	231	185	32,3	42,6	75
	45	12,3	79	215	41	30,1	9,5	39,6	207	215	86,7	30,1	20,0	50	367	215	147	30,1	33,9	64
	28	14,9	74	203	39	28,4	9,0	37,4	176	203	76,6	28,4	17,6	46	311	203	127	28,4	29,2	58
	22	16,9	69	196	37	27,4	8,5	35,9	158	196	70,2	27,4	18,2	44	279	196	115	27,4	26,5	54
M. H. W.	215	39,3	46	152	29	21,2	6,7	27,9	85	152	43,3	21,2	10,0	31	136	152	62,3	21,2	14,4	38
	365	28,0	52	162	31	22,7	7,1	29,8	106	162	51,1	22,7	11,8	35	178	162	77,7	22,7	17,9	41
1. Auf der Strecke bis Bretleben																				
Niedrigst. W. bis M. S. W. 150	55	7,8	95	234	44	32,7	10,1	42,8	462	234	180	32,7	41,4	74	723	234	275	32,7	63,6	96
	95	14,1	76	208	40	29,1	9,2	38,3	279	208	115	29,1	26,4	56	422	208	168	29,1	38,7	68
2. Auf der Strecke bis Artern																				
150	55	8,4	262	240	46	33,6	10,6	44,1	664	240	195	33,6	44,8	78	965	240	305	33,6	70,2	104
	95	14,7	171	212	41	29,7	9,5	39,1	400	212	126	29,7	29,0	59	572	212	190	29,7	43,7	73
3. Auf der Strecke bis Wendelstein																				
150	20	9,4	171	240	45	33,6	10,4	44,0	620	240	211	33,6	48,6	82	998	240	350	33,5	80,6	114
	35	13,2	147	231	43	32,3	9,9	42,2	466	231	161	32,3	37,1	69	735	231	260	32,3	60,0	92
	45	16,6	121	215	41	30,1	9,5	39,6	375	215	135	30,1	31,1	61	588	215	214	30,1	49,3	79
	28	19,4	104	203	39	28,4	9,0	37,4	321	203	119	28,4	27,4	56	504	203	186	28,4	42,8	71
	22	21,5	101	196	37	27,4	8,5	35,9	297	196	109	27,4	25,1	53	462	196	170	27,4	39,2	67
M. H. W.	215	50,0	60	152	29	21,2	6,7	27,9	144	152	60	21,2	13,8	35	215	152	86	21,2	19,8	41
	[2]) 365	36,1	72	162	31	22,7	7,1	29,8	189	162	74	22,7	17,1	40	287	162	110	22,7	25,3	48

Nach Tabelle 9 sind bei Sachsenburg in den 1,1 cbm 1100 × 0,100 g Chlor im Wipperwasser, und nach Tabelle 12 in den 4,2 cbm bei Gorsleben 4200 × 0,095 g Chlor im Unstrutwasser vorhanden, was zusammen eine Chlormenge von rund 510 g Chlor ergibt. Es werden demnach in 1 Liter Wasser aus der vereinigten Wipper und Unstrut bei Sachsenburg enthalten sein $\frac{510}{5300}$ g = 96 mg Chlor.

[1]) Dieser Berechnung liegt noch die ursprüngliche Annahme der Berichterstatter zugrunde (vergl. Tabelle 6b), daß die täglich verarbeitete Carnallitmenge der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst“ 8000 dz betragen hat. Unter Zugrundelegung der späteren Angaben der Großh. Sächs. Regierung, wonach die Verarbeitung im Herbst 1908 nur etwa die Hälfte der konzessionsgemäß zulässigen 8000 dz betrug, würden die Endzahlen in Spalte B etwas niedriger ausfallen.

[2]) Mittlerer sekundlicher Jahresabfluß.

Digitized by Google

In gleicher Weise sind die Zahlen auch für Calcium und Magnesium berechnet, nämlich $4200 \times 0{,}248 + 1100 \times 0{,}220 = 1280$ g Ca; $\frac{1280}{5300}$ g $= 240$ mg Ca und $4200 \times 0{,}04 + 1100 \times 0{,}050 = 240$ g Mg; $\frac{240}{5300}$ g $= 45$ mg Mg.

Der Mittellauf der Unstrut zwischen Sachsenburg und Wendelstein ist der besseren Übersichtlichkeit wegen in Tabelle 13 in drei Strecken eingeteilt worden. Die Einteilung der Tabelle 13 entspricht im übrigen der von Tabelle 9 (Wipper). Die erste Flußstrecke reicht von Sachsenburg bis Bretleben. Auf dieser Strecke ändert sich die natürliche Zusammensetzung des Flußwassers nicht wesentlich, künstlich wird sie durch die Endlaugen der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst" beeinflußt. Die zweite Flußstrecke reicht von Bretleben[1]) bis Artern. Die natürliche Zusammensetzung des Flußwassers wird hier durch die oben genannten salzhaltigen Zuflüsse verändert, indem größere Mengen von Chlor und Natrium, ferner auch Calcium, Magnesium und Schwefelsäure der Unstrut zugehen. Daneben findet eine künstliche Versalzung durch die Endlaugen von Oberheldrungen und Göllingen statt. Die dritte Strecke reicht von Artern bis Wendelstein. Hier macht sich einerseits der verdünnende Einfluß des Helmewassers bemerkbar, andererseits die Versalzung durch Endlaugen der Gewerkschaft Thüringen. Der erst genannte Einfluß überwiegt aber. Die Tabelle 13 läßt in den drei Spaltengruppen A, B und C die mutmaßliche ursprüngliche Zusammensetzung des Unstrutwassers, seine gegenwärtige Versalzung mit den Endlaugen einer täglichen Verarbeitung von 25000 dz[2]) Carnallit (vgl. Tabelle 6) und endlich die voraussichtliche Versalzung annähernd erkennen, welche bei schrankenloser Ausnutzung aller bestehenden Konzessionen eintreten müßte (tägliche Verarbeitung von 46000 dz Carnallit).

Auch die Angaben der Tabelle 13 können natürlich keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit machen; sie dürften indessen ein annähernd richtiges Bild der früheren, der gegenwärtigen und der etwa zu erwartenden Beschaffenheit des Unstrutwassers geben. Darnach übersteigt schon bei dem jetzigen Umfang der Carnallitverarbeitung[3]) (vgl. Spalte B der Tabelle) die Härte des Unstrutwassers bei Sachsenburg an 55 Tagen im Jahr 50° und bleibt bei Wendelstein nur während der wasserreichen Zeit (215 Tage) unter 50°. Bei niedrigsten Wasserständen überschreitet sie an der letztgenannten Station rechnerisch bereits jetzt 80°, eine Zahl, die bei voller Ausnutzung aller Konzessionen über 100° erheblich hinausgehen würde. Bei einer ganz gleichmäßigen Verteilung der Endlaugenabflüsse aber, entsprechend den jeweiligen Wasserständen, müßte sich theoretisch die Überschreitung einer Verhärtung von 40° (oder, da schon das ursprüngliche Wasser, wie Spalte A zeigt, bei Wendelstein rechnerisch bis 44° Härte zeigen kann, richtiger 44°) bezw. 48° vermeiden lassen (vgl. die letzte Zeile der Tabelle 13).

---

[1]) Die Station Bretleben ist besonders wichtig als Kontrollstelle für die Endlaugenableitung der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst" und wegen der sich dort abzweigenden Bewässerungsgräben der Unstrut-Regulierungs-Sozietät Bretleben—Nebra.

[2]) vgl. die Fußnote auf S. 39.

[3]) vgl. die Fußnote auf S. 49.

Digitized by Google

Vergleicht man die in Gruppe B der Tabelle 13 berechneten Werte für Chlor und Härte mit den von den Berichterstattern und anderen Sachverständigen tatsächlich gefundenen analytischen Ergebnissen (s. im folgenden), so sind die berechneten Werte allerdings meist etwas höher als die wirklich gefundenen. Es liegt das vermutlich daran, daß die in Frage kommenden Kaliwerke zur Zeit der Untersuchung der Unstrut nicht voll beschäftigt waren, oder, wie die Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst", ihren Betrieb erst zum kleinen Teil aufgenommen hatten (vgl. Fußnote zu S. 39).

So wurden am 22. Oktober 1907 (vgl. Anlage A) gefunden, bei einem Pegelstand von 0,89 m (entsprechend einer Wasserführung von 11,5 sek./cbm) in Sachsenburg und 1,06 m (entsprechend einer Wasserführung von 16 sek./cbm) in Wendelstein U. P.:

Tabelle 14.

Unstrut bei	Härtegrade
Oldisleben an der projektierten Einleitungsstelle . . .	46,5
Oldislebener Brücke	46,0
Bretlebener Brücke	50,9
Bei Ritteburg	72,0

und am 30. Juni und 1. Juli 1908 (vgl. Anlage C) bei einem Pegelstand von 1,10 m (entsprechend einer Wasserführung von 21,5 sek./cbm) in Sachsenburg und 1,32 m (entsprechend einer Wasserführung von 24 sek./cbm) in Wendelstein U. P.:

Tabelle 15.

Unstrut	Härtegrade
Unterhalb der Oldislebener Brücke	38,4
Unterhalb des Bretlebener Wehrs	38,9
Oberhalb der Einmündung des Solgrabens	41,5
Oberhalb der Arterner Schleuse	41,0
Oberhalb der Einmündung der Helme	44,7
Unterhalb Roßleben	41,7
Bei Klein-Jena	43,0

Die Ergebnisse der Untersuchung des Unstrutwassers durch Dr. Pleißner an der Oldisleben-Heldrunger Brücke (nach Aufnahme der Wipper durch die Unstrut) vom 28. September bis 1. Oktober 1908 (vgl. Anlage D) waren folgende:

Tabelle 16.

Zeit	Pegel in Sachsenburg m	Wasserführung in Sachsenburg sek./cbm	Härtegrade	Chlor mg im l
1908. 28. September 5^{40}	0,88	11	46,7	220
29. September 12^{00}	0,86	10	45,0	182
29. September 5^{00}	—	—	46,2	189
30. September 12^{00}	0,87	10,5	48,6	196
30. September 5^{00}	—	—	46,4	198
1. Oktober 8^{00}	0,88	11	45,8	190

Digitized by Google

Vogel (vgl. das Gutachten Nr. 11) hat im Jahre 1903 und 1904 Proben von Unstrutwasser analysiert und dabei folgende Ergebnisse erhalten:

Tabelle 17.

Zeit	U. P. Wendelstein	Unstrut	Härtegrade
1903. 19. Oktober	1,30 m (23 sek./cbm)	vor Einmündung der kleinen Helme	31,8
19. Oktober	„ „ „ „	vor Einmündung der großen Helme	30,8
19. Oktober	„ „ „ „	bei Wendelstein	28,5
19. Oktober	„ „ „ „	bei Vitzenburg	27,9
1904. 9. Oktober	0,82 m (9,5 sek./cbm)	Unstrut bei Laucha	38,7

Ferner hat die Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst" durch ihren Chemiker längere Zeit hindurch das Wasser der Unstrut an mehreren Stellen, u. a. auch an der Stelle, an welcher die Mündung der Endlaugenleitung sich befindet, mittels der Clarkschen Methode auf Härte und weiter auf seinen Chlorgehalt untersuchen lassen. Die Untersuchungen fanden statt zu einer Zeit, als die Fabrik noch im Bau begriffen war und noch keine Endlaugen produzierte. Dabei haben sich folgende Resultate ergeben (auszugsweise).

Tabelle 18.

Zeit	Pegelstand Sachsenburg m	Wasserführung sek./cbm	Unstrut	Härtegrade	Chlor mg im l
1907. 20. Juli	1,12	22,5	bei der Stelle der Endlaugeneinleitung	32	92
1. August	1,04	18,5	„	32	101
10. August	0,96	15	„	32	92
20. August	0,92	13	„	33	98
2. September	1,00	17	„	33	101
10. September	0,95	14,5	„	33	107
21. November	0,88	11	hinter der Oldislebener Brücke	49	106
25. November	0,88	11	„	60	121
30. November	0,88	11	„	50	113
10. Dezember	0,89	11,5	„	40	128
20. Dezember	1,10	21,5	„	55	134
30. Dezember	0,94	14,0	„	40	85

13. Die aus der Versalzung der Wipper und Unstrut entstehenden Unzuträglichkeiten.

Klagen über die Verunreinigung des Wassers der Wipper und Unstrut durch Endlaugen der Chlorkaliumfabriken und Einsprüche gegen die erteilte Konzession sind von den verschiedensten Seiten erhoben und oben (S. 37) bereits erwähnt worden. Im ganzen lagen 47 Einsprüche vor gegen die Genehmigung der Errichtung der Chlorkaliumfabrik Oldisleben.

Diese Einsprüche lassen sich in 3 Gruppen teilen:

Digitized by Google

A. Einsprüche wegen der Gefährdung gesundheitlicher Interessen von Menschen und Tieren. Zu dieser Gruppe sind auch die Einsprüche wegen Gefährdung fischereilicher sowie landwirtschaftlicher Interessen, soweit diese die Viehzucht berühren, zu rechnen.

B. Einsprüche wegen der Verletzung industrieller Interessen.

C. Einsprüche wegen der Verletzung rein landwirtschaftlicher Interessen (Wiesenwirtschaft und Ackerbau).

Die dem Reichs-Gesundheitsrat vorgelegten Fragen hinsichtlich der Unstrut und Wipper sind nicht gleichlautend.

Die Großherzoglich Sächsische Regierung hat in ihrem Ersuchen um eine gutachtliche Äußerung, betreffend die Verunreinigung der Unstrut durch Endlaugen der Chlorkaliumfabriken lediglich von der Gefährdung „gesundheits- und veterinärpolizeilicher Interessen" gesprochen. Hinsichtlich der Wipper hat dagegen das Fürstliche Ministerium zu Rudolstadt ganz allgemein um eine Äußerung des Reichs-Gesundheitsrats „über die höchste zulässige Verhärtung" des Wassers dieses Flußlaufes ersucht.

Die oben unter A—C angeführten Einsprüche bezüglich der Unstrut stützen sich im einzelnen auf die Behauptung oder wenigstens die Befürchtung der Unbrauchbarmachung des Wassers der Unstrut zum Genusse für Menschen, zum Tränken der Tiere sowie zu häuslichen Wirtschaftszwecken (Koch- und Waschzwecken), ferner auf die angebliche Schädigung der Brunnen innerhalb des Flußgebietes durch eindringendes Unstrutwasser, auf den Rückgang der Ergiebigkeit der Fischerei in der Unstrut wegen der zunehmenden Versalzung des Flußwassers, auf die Unbrauchbarmachung des Flußwassers zu gewerblichen Zwecken und schließlich auf die Behauptung, daß Äcker und Wiesen im Falle der Berieselung mit dem übermäßige Mengen Salz enthaltenden Unstrutwasser geschädigt werden.

Zu A. a) Einsprüche wegen der Gefahr der Unbrauchbarmachung des Unstrutwassers zu Trinkzwecken sind erhoben worden: von der Ortsbehörde zu Bretleben, von der Kanalinspektion der Unstrut-Regulierungssozietät Bretleben-Nebra und dem Königlichen Landrat des Kreises Sangerhausen für die zum Sozietätsgebiet gehörenden Ortschaften Bretleben, Reinsdorf, Gehofen, Schönfeld, Artern, Ritteburg, Schönewerda, Eßmannsdorf, Bottendorf, Roßleben, Wendelstein, Memleben, Groß-Wangen, Klein-Wangen und Nebra, vom Königlichen Salzamt zu Artern, vom Magistrat zu Artern, vom Mühlenbesitzer Emil Türk zu Bottendorf, vom Ortsrichter zu Bottendorf, vom Magistrat zu Magdeburg.

Nach den seitens der Berichterstatter angestellten Erhebungen findet das Unstrutwasser zu Trinkzwecken höchstens noch in Artern Verwendung, wo ein Teil der Bewohner noch nicht an die öffentliche neue Wasserleitung[1]) angeschlossen ist. Am Mühlengraben in Artern sollen sich noch Schöpfstellen befinden, an denen Unstrutwasser oft geholt wird; dieses Wasser soll trotz seiner schlechten Beschaffenheit noch zum menschlichen Genusse benützt werden. Die Richtigkeit dieser Angabe wird

[1]) Die neben den öffentlichen Brunnen eingerichtete alte Wasserleitung führte unfiltriertes Unstrutwasser.

allerdings von anderer Seite bestritten. Ferner gibt das Landratsamt des Kreises Eckartsberga in seinem Berichte an den Herrn Regierungspräsidenten in Merseburg vom 29. Januar 1908 an, daß in wasserärmeren Zeiten die Einwohner von Bretleben das Wasser der Unstrut und des von der Unstrut abzweigenden Mühlgrabens noch zu Trinkzwecken zu benutzen gezwungen seien. Auch Ritteburg soll, und zwar in weitgehendem Maße, auf Unstrutwasser für Trinkzwecke angewiesen sein (Bericht des Regierungspräsidenten zu Magdeburg vom 29. Januar 1908), ebenso gelegentlich Bottendorf.

Daß ein Wasser, wie es die Wipper und Unstrut führen, ohne weiteres zu Trinkzwecken überhaupt nicht geeignet ist, bedarf keines besonderen Beweises. Schon die äußerlich wahrnehmbare Beschaffenheit des Wassers beider Flußläufe sollte von seinem Genusse abschrecken. In dem Gutachten von Professor Gärtner und Professor Pfeiffer ist mit Bezug auf das Unstrutwasser gesagt: „Man tritt der Ehre der Unstrut nicht zu nahe, wenn man sie zu den schmutzigsten Flüssen Deutschlands rechnet". Die Verunreinigung durch organische Stoffe, welche mit den Abwässern zahlreicher kleiner Ortschaften, von Brauereien, Zuckerfabriken und dergl. der Unstrut zugehen, hat es mit sich gebracht, daß die Unstrut für gewöhnlich ein trübes, an Schmutz aller Art reiches Wasser führt, dessen Bakteriengehalt nicht gering ist. Letzterer betrug bei mikroskopischer Plattenzählung beispielsweise am 30. Juni 1908 bei Sachsenburg rund 33000 Keime im Kubikzentimeter und am 1. Juli desselben Jahres 35000 Keime bei Klein-Jena. Ähnlich verhält es sich bei der Wipper.

Ist das Wasser von Unstrut und Wipper ohne weitere Vorbehandlung als Trinkwasser nicht verwertbar, so fragt es sich, ob es unter Umständen durch eine entsprechende Reinigung brauchbar gemacht werden kann. Eine solche Reinigung könnte nur die ungelösten Stoffe bis zu einem gewissen Grade aus dem Wasser entfernen, nicht aber die gelösten, im besonderen nicht die gelösten Salze. Es kommt also darauf an, ob etwa schon jetzt das Wasser der Unstrut und Wipper wegen der gelösten Stoffe, die es mit sich führt, als Trinkwasser unbrauchbar ist. In dieser Hinsicht ist zu untersuchen, welche Mengen von Endlaugen das in Frage stehende Wasser aufnehmen kann, ohne einen salzigen Geschmack anzunehmen. Allgemeine Erörterungen hierüber finden sich schon in ausführlicher Weise in dem Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats über den Einfluß der Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter, Oker und Aller[1]). Es sei gestattet, hierauf an dieser Stelle lediglich zu verweisen.

Die Berichterstatter hielten es immerhin für geboten, noch einige Schmeckversuche mit Unstrutwasser, das durch Zusatz von Endlauge 45 und 60 Härtegrade erreicht hatte, anzustellen. Das ursprüngliche bei Gorsleben geschöpfte Unstrutwasser hatte bereits 41,7° Härte. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 19 zusammengestellt.

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Band XXV, Seite 333 ff.

Digitized by Google

Tabelle 19. Schmeckprobe mit Wässern, die mit Endlauge aus der Chlorkaliumfabrik Asse versetzt waren, ausgeführt am 18. Mai 1909.

Nr. d. Proben	Endlaugenzusatz auf 1 l Wasser ccm	Härte in Graden			Chlor mg im l	Urteil der Begutachter			
		durch Kalzium	durch Magnesium	gesamt		Sp.	Pl.	M.	Schr.
Unstrutwasser, geschöpft am 6. 10. 1908 12 Uhr mittags zwischen Gorsleben und Sachsenburg (eine Nacht zwecks Desinfektion mit metallischem Kupfer behandelt).									
1	0	32,1	9,6	41,7	80	etwas „hart"	—	—	salzig
2	0,24	32,1	12,9	45,0	154	Nachgeschmack	—	—	salzig, etwas süßlich
3	1,13	32,1	27,9	60,0	431	Nachgeschmack	etwas unangenehm	dumpfigtonig	widerlich, bitterlich-süßlich
Destilliertes Wasser.									
4	2,32	—	37,5	37,5	722	leicht salzig	widerlich	deutlich bitterlich-fade	sehr widerlich
5	2,79	—	45,0	45,0	867	nicht auffallend	„	ebenso	sehr widerlich, bitter-süßlich
6	3,72	—	60,0	60,0	1157	leicht salzig	sehr widerlich	stark bitterlich-fade	ebenso
Wasser der Berliner Leitung (eine Nacht offen stehen gelassen).									
	0	9,1	1,0	10,1	20	—	—	—	—
7	1,7	9,1	28,4	37,5	548	nicht auffallend	—	schwach bitterlich ohne Beigeschmack von 4 bis 6	etwas besser wie 8
8	2,16	9,1	35,9	45,0	692	Nachgeschmack	Urteil unbestimmt	Urteil unbestimmt	unangenehm, wenig bitterlich
9	3,1	9,1	50,9	60,0	985	leicht salzig	widerlich	schwach bitterlich	widerlich, bitter-süßlich

Das auf 60° verhärtete Unstrutwasser wurde demnach von allen vier die Geschmacksprüfung vornehmenden Personen als abnorm schmeckend bezeichnet, das auf 45° und das auf 41,7° verhärtete nur von zwei Personen. Noch viel ausgeprägter und unangenehmer war die Geschmacksempfindung bei Anwendung destillierten Wassers[1]).

Das bis 45° durch Chlormagnesium versalzene Wasser der Unstrut kann unter den geschilderten Verhältnissen auch nach einer etwaigen sorgfältigen Reinigung nicht als geeignet für den menschlichen Genuß bezeichnet werden. Da die einzelnen Personen hinsichtlich ihrer Geschmacksempfindung sich sehr verschieden verhalten, werden zweifellos eine große Anzahl von Personen den Geschmack eines Wassers von 45° schon als abstoßend empfinden. Auch dieser Umstand verbietet es daher, das

[1]) Auf die Tatsache des wechselnden Verhaltens verschiedener durch bestimmte Zusätze versalzener Wässer gegenüber dem Geschmack je nach ihrer ursprünglichen Zusammensetzung ist schon von anderer Seite aufmerksam gemacht worden. Vergl. Rubner, Die hygienische Beurteilung der anorganischen Bestandteile des Trink- und Nutzwassers. Vierteljahrsschrift für gerichtliche Medizin, 3. Folge, 24. Band, Suppl.-Heft Seite 85.

Digitized by Google

Unstrutwasser in seiner dermaligen Beschaffenheit noch als Trinkwasser ins Auge zu fassen. Es mag indessen daran erinnert werden, daß das Unstrutwasser auf seinem unteren Lauf, etwa von Artern an, auch als Trinkwasser von den Schiffern in Anspruch genommen werden kann.

Was das Wasser der Wipper anlangt, so darf schon jetzt nach den geltenden Konzessionsbedingungen dieses Flußwasser durch chlormagnesiumhaltige Endlaugen bis auf 45° verhärtet werden (tatsächlich geht die Verhärtung meist noch höher). Aus dem gleichen Grunde wie bei dem Unstrutwasser kommt daher auch das Wasser der Wipper für Trinkzwecke nicht mehr in Frage. Bei der Beurteilung der Brauchbarkeit des Wipper- und Unstrutwassers für Trinkzwecke darf nicht außer acht gelassen werden, daß die Anlieger von Wipper und Unstrut auf das Wasser dieser Flüsse zum menschlichen Genuß nicht angewiesen sind[1]), weil, wie noch später erörtert werden wird, das Wasser ihrer Brunnen vorwiegend eine bessere Beschaffenheit, auch hinsichtlich der gelösten Stoffe, besitzt als das Wasser von Wipper und Unstrut. Es dürfte auch für die an Wipper und Unstrut gelegenen Ortschaften kaum erheblichen technischen Schwierigkeiten begegnen, erforderlichenfalls sich durch Zuleitung von Wasser aus dem Gebirge (z. B. durch eine Gruppenwasserversorgung) mit einwandfreiem Trinkwasser in ausreichender Menge zu versorgen. Eine zentrale Grundwasserversorgung käme allerdings wegen der starken allgemeinen Versalzung des Grundwassers kaum in Frage. Wo das Unstrut- und Wipperwasser von Anwohnern tatsächlich noch zu Trinkzwecken benutzt wird, sollte von den Aufsichtsbehörden das Erforderliche veranlaßt werden, um eine solche Benutzung nach Möglichkeit auszuschließen.

b) Eine wichtige Rolle spielt das Wasser der Unstrut ohne Zweifel als Tränkwasser für die Tiere. Einsprüche, die sich auf die Verletzung landwirtschaftlicher Interessen durch Unbrauchbarmachung des Unstrutwassers zu Tränkzwecken beziehen, sind erhoben worden von: Weineck u. Söhne in Oldisleben, dem Gutsvorsteher Mots zu Bretleben, der Ortsbehörde zu Bretleben, dem Gemeindevorsteher zu Reinsdorf, dem Kanalinspektor Breitenbach und dem Königlichen Landrat des Kreises Sangerhausen für die zum Sozietätsgebiet gehörenden Ortschaften, der Königlichen Regierung zu Merseburg im Interesse der Domäne Artern, dem Magistrat zu Artern, dem Rittergutsbesitzer von Römer zu Nausitz bei Gehofen, dem Gemeindevorsteher zu Nausitz, den Amtsvorstehern in Gehofen und des Amtsbezirks Roßleben zu Wendelstein, dem Gutsbezirk Kloster Roßleben, dem Grafen von Helldorf in Wolmirstedt, dem Ortsrichter zu Schönewerda, dem Domänenpächter Gustav Poths zu Memleben, dem Schulzen Lehmann zu Memleben, dem Rittergutsbesitzer von Pendrost in Zingst, dem Grafen von der Schulenburg zu Vitzenburg, dem Mühlenbesitzer Paul Tittel in Laucha, den Gemeindevorständen zu Donndorf und zu Wolmirstedt. In dem Bericht des Königlichen Regierungspräsidenten zu Merseburg ist angegeben, daß erfahrungsgemäß das zur Tränke getriebene Vieh das Unstrutwasser nicht mehr so gern nehme als früher, ja daß manche Tiere es sogar vollständig mieden.

[1]) Die auf S. 53—54 wiedergegebenen gegenteiligen Angaben beruhen vermutlich auf unrichtiger Auskunft einzelner bei den angestellten Ermittelungen befragter Personen.

Digitized by Google

Frühere Versuche zur Klarstellung des Einflusses von Wasser, welches durch Endlaugen der Chlorkaliumfabriken versalzen ist, auf die Gesundheit der Tiere, liegen nur in geringer Anzahl vor. Zu erwähnen sind die von Professor Dr. J. H. Vogel in seinem Gutachten vom 22. August 1906 „betreffend die Abwässerung einer Chlorkaliumfabrik der Gewerkschaft Großherzog Wilhelm Ernst zu Weimar in Oldisleben“ wiedergegebenen Versuche von Künnemann, welcher im Jahre 1897 Versuche an zwei Schweinen, einem Hammel und einem Pferde mit chlormagnesiumhaltiger Milch (Schweine), chlormagnesiumhaltiger Weizenkleie (Hammel) und chlormagnesiumhaltigem Tränkwasser (Pferd) anstellte. Die Schweine wurden durch eine tägliche Zugabe von 16 g Chlormagnesium in einem dreiwöchigen Versuch nicht geschädigt. Sie nahmen auch das versalzene Futter nicht ungern an. Bei dem Hammel wurden bis 60 g Chlormagnesium dem Futter zugemischt, ohne daß Gesundheitsstörungen zu bemerken waren. Das Pferd nahm 20 g Chlormagnesium täglich ohne Widerstreben, größere Mengen nur ungern; Gesundheitsstörungen traten erst bei sehr viel höheren Dosen ein.

Diese Versuche sind indessen nur wenig beweisend, weil sie an einer zu geringen Anzahl von Tieren und zu kurze Zeit hindurch angestellt worden sind und weil schließlich auch durch Verfütterung des reinen Salzes den natürlichen Verhältnissen zu wenig Rechnung getragen wurde.

Da die meisten Klagen, welche den Berichterstattern bekannt geworden sind, die angebliche Schädigung von Schafen durch versalzenes Tränkwasser betrafen, so wurden Versuche mit diesen Tieren in der Veterinärabteilung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes ausgeführt. Als Versuchstiere dienten neun Schafe im Alter von 1½ Jahren, welche zunächst im Freien, jedes Tier für sich in abgegrenzten Buchten, gehalten wurden. Vom 24. Juli bis 24. August 1908 wurden die Tiere einem Vorversuche unterworfen, um einen Anhalt für Freßlust und Futterverwertung bei den einzelnen Tieren zu bekommen. Alle Tiere wurden ausschließlich mit Wiesenheu mittlerer Qualität ernährt. Die Tiere nahmen täglich durchschnittlich ¾ bis 1 kg Heu auf, dazu etwa 1,5—2 l Trinkwasser.

Am 24. August 1908 begann der eigentliche Versuch. Die Schafe Nr. 1, 2 und 7 wurden als Kontrolltiere mit Wasser aus der Wasserleitung von Dahlem getränkt. Dasselbe hatte folgende Zusammensetzung: Gesamthärte 8,8°, davon Kalziumhärte 8,0°, Magnesiumhärte 0,8°, Chlor 19 mg im Liter.

Von diesem Wasser wurde nun durch Zusatz von Endlaugen ein Teil um 60°, und ein anderer Teil um 600°[1]) verhärtet (Magnesiahärte). Die Schafe Nr. 4, 5 und 9 erhielten das um 60° verhärtete Wasser, die Schafe Nr. 3, 6 und 8 das um 600° verhärtete. Leider ging das Tier Nr. 8 schon nach zwei Monaten an Drehkrankheit ein, sodaß für die Reihe mit 600° nur zwei Tiere zur Verfügung blieben.

Da die Endlauge, welche zu dem Versuch angewendet wurde (Endlauge aus der Chlorkaliumfabrik Asse, spez. Gewicht bei 15° 1,299), folgende Zusammensetzung hatte: Chlor = 311 g im Liter, Schwefelsäure (SO_4) = 2,72 g im Liter[2]), Magne-

[1]) Es wurde absichtlich diese sehr hohe Verhärtung gewählt, um gegebenenfalls deutliche Ausschläge in den Versuchsergebnissen zu erhalten.

[2]) Der Gehalt dieser Endlauge an Schwefelsäure war ein ungewöhnlich niedriger.

sium = 70,1 g im Liter, so wurden die Tränkwässer durch Zumischung von je 3,7 bezw. 37 ccm zum Liter Leitungswasser hergestellt. Das um 60° verhärtete Wasser schmeckte deutlich salzig-bitterlich, das um 600° verhärtete war sehr stark salzig und für Menschen völlig ungenießbar. Von 5 zu 5 Tagen wurde das Gewicht der Tiere festgestellt; gleichzeitig wurden Beobachtungen ihres Gesundheitszustandes vorgenommen.

Während der ersten Versuchszeit vom 24. August bis 31. Oktober 1908 (im November und Dezember machten sich die klimatischen Einflüsse schon störend bemerkbar) wurden von den Tieren folgende Mengen Wasser aufgenommen.

Tabelle 20.

	Leitungswasser			Um 60° verhärtetes Wasser			Um 600° verhärtetes Wasser	
	Tier 1	Tier 2	Tier 7	Tier 4	Tier 5	Tier 9	Tier 3	Tier 6
Insgesamt Liter in 69 Tagen	110,4	117,0	117,5	107,5	116,6	115,1	92,2	83,4
Durchschnittlich Liter pro Tag	1,6	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7	1,3	1,2

Es haben somit die Kontrolltiere durchschnittlich die gleiche Wassermenge aufgenommen, wie die Tiere, welche mit dem um 60° verhärteten Wasser getränkt wurden, dagegen ist die durchschnittlich aufgenommene Wassermenge bei den Tieren, welche Wasser von über 600 Härtegraden bekommen haben, um etwa 25 % geringer. Schon dies deutet darauf hin, daß die Tiere das um 60° verhärtete Wasser ebenso gern genommen haben, wie das Leitungswasser, daß sie aber ihren Bedarf an dem stark versalzenen Wasser von über 600° tunlichst einzuschränken suchten.

Was das Gewicht der Tiere anbelangt, das mangels anderer Symptome als Zeichen der Bekömmlichkeit des Wassers dienen mußte, so ergibt sich, wenn man die erste Zeit des Versuches bis zum Anbruch der kalten Witterung (etwa 1. November) in etwa zehntägige Perioden einteilt, folgendes Bild: (s. Tabelle 21).

Tabelle 21.

Tag der Wägung	Leitungswasser						Um 60° verhärtetes Wasser						Um 600° verhärtetes Wasser			
	Tier 1		Tier 2		Tier 7		Tier 4		Tier 5		Tier 9		Tier 3		Tier 6	
	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme[1]	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme
1908. 26. August	35,0	—	28,5	—	33,5	—	34,0	—	31,0	—	29,0	—	34,0	—	30,0	—
5 September	31,0	– 4,0	29,5	+ 1,0	32,0	– 1,5	32,0	– 2,0	30,0	– 1,0	27,5	– 1,5	32,0	– 2,0	26,0	– 4,0
15. September	31,6	– 3,4	29,0	+ 0,5	32,6	– 0,9	32,6	– 1,4	29,5	1,5	27,5	– 1,5	31,4	– 2,6	25,0	– 5,0
26 September	33,0	– 2,0	31,3	+ 2,8	35,4	+ 1,9	35,2	+ 1,2	31,3	+ 0,3	29,5	+ 0,5	35,3	+ 1,3	26,1	– 3,9
6. Oktober	32,7	– 2,3	31,0	+ 2,5	35,5	+ 2,0	33,5	– 0,5	31,0	± 0	29,4	+ 0,4	37,5	+ 3,5	30,8	+ 0,8
17. Oktober	34,0	– 1,0	32,8	+ 4,3	37,5	+ 4,0	34,9	+ 0,9	31,5	+ 0,5	30,5	+ 1,5	32,5	– 1,5	26,5	– 3,5
27. Oktober	34,0	– 1,0	33,5	+ 5,0	37,5	+ 4,0	36,3	+ 2,3	31,6	+ 0,6	32,0	+ 3,0	33,6	– 0,4	25,6	– 4,4

[1]) Bezogen auf das Anfangsgewicht.

Digitized by Google

Anfänglich zeigten fast alle Tiere (außer Tier 2) eine Gewichtsabnahme, welche vielleicht auf die sehr nasse Witterung zu Ende August und Anfang September zurückzuführen ist. Als Mitte September trockeneres Wetter einsetzte, ging das Gewicht aller Tiere in die Höhe. Ende Oktober war dann der Stand der Dinge folgender:

Verglichen mit ihrem Anfangsgewicht, hatten zwei von den Kontrolltieren (Leitungswasser) um 4 und 5 kg zugenommen, das dritte um 1 kg abgenommen. Sämtliche Tiere, welche um 60° verhärtetes Wasser erhalten hatten, waren im Gewicht gestiegen, allerdings nicht sehr erheblich (0,6 bis 3,0 kg). Beide mit über 600° hartem Wasser getränkten Tiere hatten an Gewicht abgenommen, das eine (Tier 3) nur um 0,4 kg, das andere (Tier 6) dagegen um 4,4 kg. Die Ergebnisse sind, wie man aus der Tabelle sieht, nicht sehr eindeutig; so ist z. B. das Verhalten des Tieres Nr. 1 wenig erklärlich, welches trotz Tränkung mit unversalzenem Wasser sein Anfangsgewicht in der angegebenen Zeit nicht wieder erreicht hat. Es wurde deshalb auch die Blutuntersuchung der Tiere herangezogen, um etwaige Beeinflussungen ihres Stoffwechsels durch das verschieden zusammengesetzte Tränkwasser erkennen zu können. Es fanden Bestimmungen des Hämoglobingehalts nach Gower-Sahli und der Blutkörperchenzahl mittels der Thoma-Zeißschen Zählkammer (später in der Modifikation nach Bürker[1]), statt. Die Untersuchungen wurden stets von derselben Person ausgeführt, um individuelle Beobachtungsunterschiede nach Möglichkeit auszuschalten. Bei der ersten Untersuchung am 24. und 25. November wurden nicht unerhebliche Differenzen zwischen den Tieren der 3 Gruppen gefunden. So betrug im Mittel der relative Hämoglobingehalt der Kontrolltiere 72 %, der „60° Tiere" 61 % und der „600° Tiere" 50 %, die Zahl der roten Blutkörperchen im cbmm bei den Kontrolltieren 11 Millionen, bei den „60° Tieren" 10 Millionen und bei den „600° Tieren" 7 Millionen. Dieser erste Versuch schien eine Beeinflussung des Stoffwechsels der Tiere durch das Tränkwasser deutlich anzuzeigen. Die späteren Bluntuntersuchungen haben aber weniger eindeutige Ergebnisse

Tabelle 22. Mittelwerte aus den Blutuntersuchungen.

Termin der Untersuchung	Hämoglobingehalt %			Blutkörperchen im cbmm: Millionen		
	Kontrolltiere	„60° Tiere"	„600° Tiere"	Kontrolltiere	„60° Tiere"	„600° Tiere"
24.—25. November 1908	72	61	50	11	10	7
14.—16. Dezember 1908	53	56	40	10	10	8
30. Dezember 1908 bis 2. Januar 1909	56	55	45	10	9	8
13.—14. Januar 1909 [2])	51	—	50	9	—	9
1.—3. Februar 1909 [3]) (ohne Tier 2)	47	—	44	8	—	7
9.—10. März 1909 [4]) (ohne Tier 2 und 6)	45	—	43	9	—	8

[1]) Pflügers Archiv, Band 107, Seite 426 (1905).

[2]) Vom 29. Dezember bis 12. Januar erhielten alle Tiere Leitungswasser im Stall, von da an 4 Tiere Leitungswasser und 4 Tiere „600° Wasser".

[3]) Tier 2 wurde am 17. Januar getötet.

[4]) Tier 6 erhielt seit 2. Februar 1909 gewöhnliches Wasser.

Digitized by Google

geliefert. Zunächst verhielten sich einzelne Tiere, z. B. Nr. 2 und Nr. 6, sehr abweichend von andern, aber selbst wenn man die diese Einzelabweichungen mehr oder minder ausgleichenden Mittelwerte berechnet (vgl. vorstehende Tabelle 22 Seite 59), verschwindet die anfänglich vorhanden gewesene Differenz allmählich, und der Hämoglobingehalt sinkt auch bei den Kontrolltieren.

Diese letztere Erscheinung läßt sich vielleicht darauf zurückführen, daß Ende des Monats November die Witterung für die Tag und Nacht im Freien gehaltenen Tiere sich sehr ungünstig gestaltete. Das Temperaturminimum sank schon vielfach unter den Gefrierpunkt, dazu kamen erhebliche Niederschläge, welche die Tiere durchnäßten. Alle Tiere ohne Ausnahme zeigten denn auch einen erheblichen Gewichtsabfall, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Tabelle 23.

Tier Nr.		Gewicht am 17. November kg	Gewicht am 28. Dezember kg	Gewichtsabnahme kg
Kontrolltiere	1	33,5	24,8	8,7
	2	33,0	24,7	8,3
	7	38,5	25,0	13,5
„60° Tiere"	4	35,5	25,0	10,5
	5	31,5	23,9	7,6
	9	31,5	22,3	9,2
„600° Tiere"	3	39,5	25,0	14,5
	6	30,5	20,5	10,0

Die 8 Tiere wurden daher am 28. Dezember 1908 in den ca. 18° C. warmen Stall gebracht und bis zum 12. Januar 1909 mit gewöhnlichem Leitungswasser getränkt. Vom 12. Januar an wurden die Tiere wieder in zwei Gruppen geteilt. Die eine Gruppe sollte mit Leitungswasser, die andere mit um 600° verhärtetem Wasser getränkt werden. Das Tränken mit über 60° hartem Wasser fiel fort, weil nach den gemachten Erfahrungen deutliche Ausschläge damit nicht zu erwarten waren und außerdem die beschränkten Raumverhältnisse die Teilung der Tiere in drei Gruppen nicht zuließen. Die Verteilung der Tiere auf die beiden Gruppen wurde so vorgenommen, daß zwei von den früheren Kontrolltieren (Nr. 2 und 7) auch hier wieder Kontrolltiere (Tränkung mit Leitungswasser) blieben, ihnen wurden als weitere Kontrolltiere hinzugesellt Tier 5 (früher mit „60°" hartem Wasser getränkt) und Tier 3 (früher mit „600°" hartem Wasser getränkt). Die übrigen Tiere, nämlich Nr. 1, 4, 6 und 9 bekamen Wasser von über 600° Härte. Von diesen Tieren war in dem früheren Versuch Tier 1 ein Kontrolltier, Tier 4 und Tier 9 ein „60° Tier" und Tier 6 allein ein „600° Tier". Tier 6 ist also von allen Tieren dasjenige, welches der Wirkung des „600°" Wassers am längsten ausgesetzt worden ist.

Bei dem Aufenthalt in dem warmen Stall begann nun das Körpergewicht aller Tiere wieder zu steigen; aber es war jetzt doch unverkennbar, daß die mit über 600° hartem Wasser getränkten Tiere im Körpergewicht gegenüber den Kontrolltieren zurückblieben. Die Zusammenstellung in Tabelle 24 läßt dies ersehen:

Digitized by Google

Tabelle 24.

Tier Nr.		Gewicht am 12. Januar 1909 kg	Gewicht am 2. Februar 1909 kg	Gewichtszunahme kg	Gewicht am 17. März 1909 kg	Gesamtgewichtszunahme kg
Kontrolltiere . .	2	26,0	(31,0; am 17. Januar getötet. Sektionsbefund normal.)			
	3	29,0	37,0	8,0	42,5	13,5
	5	27,0	37,0	10,0	42,0	15,0
	7	26,0	33,0	7,0	36,6	10,6
„600° Tiere" . .	1	27,5	30,9	3,4	33,5	6,0
	4	27,0	33,0	6,0	36,3	9,3
	9	26,0	30,5	4,5	34,0	8,0
erhält vom 12. Jan. bis 2. Febr. „600°-Wasser", dann Leitungswasser	6	26,0	30,6	4,6	35,3	9,3

Es hat also, wenn man das Tier Nr. 2 (welches eines auffallenden Blutbefundes wegen am 17. Januar getötet und seziert wurde[1]) ausschaltet, die Gewichtszunahme bis zum 2. Februar 1909 betragen im Mittel bei den Kontrolltieren 8,3 kg, bei den „600° Tieren" 4,6 kg.

Die Gesamtgewichtszunahmen bis zum Schluß der Versuche bei Ausschaltung des Tieres 6 (vgl. unten), betrugen im Mittel

bei den Kontrolltieren: . . . . 13,0 kg,

bei den „600° Tieren": . . . . 7,8 kg,

das ist eine Differenz von 40 % zu Ungunsten der mit um 600° verhärtetem Wasser getränkten Schafe.

Da Tier 6 eine ungewöhnliche weitere Abnahme der Zahl der roten Blutkörperchen und des Hämoglobingehaltes zeigte und es das einzige Tier war, welches — mit Ausnahme der kurzen Zwischenperiode vom 28. Dezember 1908 bis 12. Januar 1909 — von Beginn des Versuches an mit Wasser von über 600° Härte getränkt worden war, so erhielt es vom 2. Februar an bis zum Schluß des Versuches gewöhnliches Leitungswasser, um zu erfahren, ob sich unter dieser normalen Wasserzufuhr die Blutbeschaffenheit wieder bessern würde. Letzteres war tatsächlich der Fall, wie folgende Zusammenstellung in Tabelle 25 ergibt, bei welcher die übrigen „600° Tiere" zum Vergleich mit aufgeführt sind:

Tabelle 25.

Tier	Relativer Hämoglobingehalt %			Zahl der roten Blutkörperchen im cbmm in Millionen		
	13. Januar	2. Februar	9. März	13. Januar	2. Februar	9. März
6	43	32	38	8	6	8
1	55	48	41	9	8	8
4	48	49	42	8	7	7
9	54	46	47	9	8	9

[1]) Die Sektion ergab keine pathologischen Veränderungen.

Digitized by Google

Während also in dieser Versuchsperiode die mit über 600° hartem Wasser ständig getränkten Tiere 1, 4 und 9 eine fast dauernde Abnahme ihres Hämoglobingehaltes zeigten (eine Abnahme der Zahl der roten Blutkörperchen ist weniger erkennbar), zeigte das Tier 6 zwar auch ursprünglich eine Abnahme, die aber einer Zunahme wieder Platz machte, als normales Wasser gereicht wurde.

Während des ganzen, etwa 7 Monate währenden Versuches hat keines der 8 Tiere ausgesprochene Krankheitserscheinungen irgend welcher Art gezeigt, nur bei Tier 6 fiel die Abmagerung auf. Der Versuch wurde am 17. März 1909 abgebrochen. Die Tiere Nr. 6, 7 und 9 wurden getötet und obduziert. Bei den Tieren 7 und 9 wurden pathologische Veränderungen nicht gefunden, bei dem Tier 6 fanden sich unter der Leberkapsel im Lebergewebe 12 hanfkorngroße, weiße parasitäre Herde, sonst aber keine Veränderungen an Leber, Gallengängen und den anderen Organen. Es ist nicht anzunehmen, daß diese geringfügigen pathologischen Veränderungen einen Einfluß auf den allgemeinen Gesundheitszustand und die Blutbeschaffenheit des Tieres gehabt haben.

Das Ergebnis dieser Tierversuche läßt sich also wie folgt zusammenfassen:

Ein durch Zusatz von Endlaugen von Chlorkaliumfabriken um 60° verhärtetes Wasser (Magnesiahärte) hat schädliche Einwirkungen auf Schafe auch bei monatelanger Verabreichung des Wassers nicht erkennen lassen. Weder wurde weniger Wasser aufgenommen als von den unter normalen Verhältnissen gehaltenen Tieren, noch zeigten sich im Gewicht und in der Blutbeschaffenheit eindeutige Abweichungen von den Kontrolltieren.

Bei anhaltender Tränkung mit um 600° durch Endlaugen verhärtetem Leitungswasser blieben die Tiere gegenüber den Kontrolltieren im Gewicht nicht unerheblich zurück. Eines derselben zeigte deutliche Zeichen von Abmagerung. Anscheinend wird auch die Blutbeschaffenheit in dem Sinne ungünstig beeinflußt, daß ein Sinken des Hämoglobingehaltes stattfindet. Doch bedarf diese Frage noch weiterer Nachprüfung. Versuche an anderen Haustieren, wie Pferden und Rindern wurden nicht ausgeführt, weil, abgesehen von der Kostenfrage, Schafe bekanntlich gegen Schädlichkeiten, die auf den Verdauungskanal einwirken, besonders empfindlich sind und daher der negative Ausfall der bei Schafen mit um 60° verhärtetem Wasser angestellten Versuche einen gewissen Rückschluß auf die Wirkung solcher Wässer auch auf andere Haustiere gestattet. Dabei kommt außerdem in Betracht, daß zweifellose Schädigungen der Versuchstiere erst bei einer ganz außergewöhnlichen Härte des Tränkwassers, nämlich bei über 600° in die Erscheinung traten.

c) Gegen die drohende Verschlechterung des Unstrutwassers mit Bezug auf seine Verwendung zu hauswirtschaftlichen Zwecken haben Einwendungen erhoben: Gutsvorsteher Mots zu Bretleben, Ortsbehörde zu Bretleben, Gemeindevorsteher zu Reinsdorf, Kanalinspektor Breitenbach und der Königliche Landrat des Kreises Sangerhausen für die zum Sozietätsgebiet gehörenden Ortschaften, Königliches Salzamt zu Artern, Magistrat zu Artern, Rittergutsbesitzer von Römer zu Nausitz bei Gehofen, Gemeindevorsteher zu Nausitz, Amtsvorsteher in Gehofen, Mühlenbesitzer Emil Türk zu Bottendorf, Ortsrichter zu Bottendorf, Ortsvorstand zu Roßleben,

Digitized by Google

Magistrat zu Wiehe, Freiherr von Werthern zu Wiehe, Gemeindevorstände zu Allerstedt und zu Wolmirstedt, Graf von Helldorf in Wolmirstedt, Domänenpächter Gustav Poths zu Memleben, Schulze Lehmann zu Memleben, Mühlenbesitzer Paul Tittel in Laucha, Magistrat der Stadt Laucha, Gemeindevorstand zu Donndorf.

Zu hauswirtschaftlichen Zwecken wird das Wasser der Unstrut noch ziemlich viel angewandt. Überall dort, wo eine Ortschaft in größerer Ausdehnung am Flußlauf liegt, wird das Unstrutwasser gern zur Wäsche und für sonstige Reinigungszwecke benutzt. Auch Badeanstalten sind in der Unstrut vorhanden. Ferner wird das Flußwasser unter Umständen auch zum Kochen verwendet.

Das Flußwasser wird zu den genannten Zwecken hauptsächlich dann dem Brunnenwasser vorgezogen, wenn es weicher als dieses ist. Erfahrungsgemäß wird dann selbst ein gewisser Grad der Verschmutzung mit in den Kauf genommen.

Aus den Unterlagen, welche den Berichterstattern zur Verfügung standen, läßt sich über die Brunnenwässer von Ortschaften, welche an der Unstrut (bezw. an von der Unstrut gespeisten Kanälen) liegen, folgendes sagen:

Das mehrfach erwähnte Gutachten von Gärtner und Pfeiffer enthält Angaben über die Härte von Brunnenwässern an der Unstrut, die in der nachstehenden Tabelle 26 zusammengestellt sind.

Tabelle 26.

Bezeichnung des Brunnens	1 Liter Wasser enthält mg Kalk (CaO)	1 Liter Wasser enthält mg Magnesia (MgO)	Gesamthärte in deutschen Graden
Brunnen Oldisleben Oberdorf, Gasthof	295,0	111,6	45,6
Desgl. Unterdorf neben dem Bürgermeister	190,0	72,0	29,0
Desgl. Oberdorf hinter dem Rathause, 12 m tief	452,5	140,4	64,8
Brunnen Unterdorf, Markt, 3—4 m tief	177,5	54,0	25,3
Brunnen Bretleben Oberdorf, Gasthof	215,0	100,9	35,5
Desgl. Unterdorf bei der Mühle	188,0	93,6	31,8
Brunnen Reinsdorf Unterdorf	247,5	112,0	40,4
Brunnen Schönfeld neben der Schule	252,5	46,1	31,7
Desgl. neben der Schmiede	447,5	92,9	57,7
Artern, Brunnen am Weinberg	165,0	95,4	29,8
Desgl. Harzstraße 3	555,0	211,3	84,8
Desgl. Neue Straße (als unbrauchbar bezeichnet)	608,3	208,0	89,7
Desgl. Ritterstraße (als unbrauchbar bezeichnet)	877,5	378,0	140,3
Brunnen der Schleuse Ritteburg	338,0	74,9	44,2
Öffentlicher Brunnen in Ritteburg	347,0	89,3	47,1
Brunnen in Ritteburg, 4 m tief (gilt als besonders gut)	313,0	82,1	42,7
Brunnen in Schönewerda	316,8	83,9	43,4
Brunnen Bottendorf „Neuer Reinborn“	511,8	122,8	69,0
Brunnen Roßleben, Klosterschule	116,0	Spur	11,6
Brunnen bei Schleuse Wendelstein	412,5	60,3	49,7
Brunnen in Memleben Nr. 61	305,8	94,7	43,8
Brunnen in Laucha	400,0	112,6	55,6

Digitized by Google

Vogel (vgl. Gutachten Nr. 11) hat ebenfalls eine Anzahl von Brunnen an der Unstrut untersucht mit folgenden Ergebnissen:

Tabelle 27.

Bezeichnung des Brunnens	1 Liter Wasser enthält mg Kalk (CaO)	1 Liter Wasser enthält mg Magnesia (MgO)	Gesamthärte in deutschen Graden
Brunnen zu Wendelstein neben den Frohnhäusern	352,5	76,5	46,0
Brunnen am städtischen Wasserwerk in Nebra .	110,0	51,0	18,1
Unterbrunnen in Nebra	112,5	50,2	18,3
Brunnen in der Zuckerfabrik Vitzenburg . . .	850,0	147,1	105,6
Öffentlicher Brunnen in Reinsdorf	590,0	120,7	75,9
Zweiter öffentlicher Brunnen in Reinsdorf . . .	1230,0	165,6	146,2
Öffentlicher Brunnen in Laucha, Große Salzstraße	295,0	90,0	42,1
Desgl. Neue Straße	185,0	57,6	26,6
Desgl. Untere Hauptstraße	260,0	68,4	35,7
Desgl. Privatbrunnen, Hallesche Straße	325,0	90,0	45,1
Desgl. Privatbrunnen Mühlenweg	300,0	84,6	41,8

Seitens der Berichterstatter wurde nur das Wasser des Brunnens der Oldislebener Chlorkaliumfabrik untersucht (vgl. Anlage A Nr. 3), welches 26,3° Härte zeigte, (das Wasser der benachbarten Unstrut hatte 46 Härtegrade), bei einigen anderen Brunnen wurde die ungefähre Höhe des Salzgehaltes des Wassers im Vergleich zu dem benachbarten Unstrutwasser durch Messung des elektrischen Leitvermögens festgestellt.

Die Ergebnisse waren folgende:

Tabelle 28.

Bezeichnung des Brunnens	Spez. Leitvermögen des Brunnenwassers $\varkappa \cdot 10^4$	Spez. Leitvermögen des benachbarten Unstrutwassers
Gemeindebrunnen Ritteburg [1])	17,4	26,6
Brunnen der Obermühle in Ritteburg	14,3	26,6
Brunnen bei Rudolf Koch in Schönewerda . . .	20,5	22,0
Brunnen bei Meyer in Schönewerda	20,9	22,0
Wasser des Hauptbrunnens der Wasserleitung Nebra	6,3	21,8
Brunnen in der Oberkrautstraße in Laucha . . .	16,0	19,1
Brunnen in der Unterkrautstraße in Laucha . . .	22,1	19,1

Es mögen an dieser Stelle einige Bemerkungen über die Beschaffenheit des Wassers von Brunnen und Quellen im Wippergebiet folgen. Die Angaben verdanken wir Herrn Hofrat Dr. Wagner, Sondershausen.

Die Härte des Wassers schwankte bei den Brunnen folgender Ortschaften wie nachstehend angegeben:

[1]) Das Wasser der Unstrut oberhalb Ritteburg hatte an dem Untersuchungstage eine Härte von 72°.

Tabelle 29.

Ortschaft (Zahl der untersuchten Brunnen)	Härtegrade
Groß-Furra (7)	Zwischen 20,2 und 38,1
Stockhausen (19)	„ 17,0 „ 89,6
Sondershausen (2)	„ 22,4 „ 29,4
Jecha (15)	„ 38,0 „ 54,8
Berka (6)	„ 20,0 „ 44,8
Hachelbich (6)	„ 22,4 „ 40,3

Die angeführten Zahlen zeigen, daß das Grund- und Quellwasser an der Unstrut und Wipper schon von Haus aus vielfach eine sehr beträchtliche Härte aufweist, welche zwar bisweilen die derzeitige Härte des Flußwassers erheblich übertrifft, häufiger aber hinter ihr zurückbleibt. Abgesehen von dem Brunnen der Roßlebener Klosterschule und dem Brunnen der Stadt Nebra (11,6 und 18,3 Härtegrade) war der niedrigste Härtegrad in den untersuchten Brunnen 25,3°, der höchste dagegen 146,2°. Wenn demnach die Anwohner dieser Flüsse in Bezug auf die Benutzung weichen Wassers zweifellos nicht verwöhnt sind, so wird ihnen andererseits es oft sehr erwünscht sein, ein verhältnismäßig weicheres Wasser (Unstrut) zu benutzen, und sie werden es nicht mit Unrecht als eine Benachteiligung empfinden, wenn ihnen dieses unter Umständen weichere Wasser nun noch weiter verhärtet wird. Zwanzig Härtegrade vernichten im Liter 2,4 g und somit im Kubikmeter Wasser die Wirkung von 2,4 kg Seife. Es wird also den Anwohnern das Waschen nicht unerheblich verteuert. Daß sehr hartes Wasser auch durch Bildung unlöslicher Kalk- und Magnesiaseifen zwischen den Fasern der Wäschestücke diese selbst schädigt, ist bekannt. Zum Kochen, d. h. zur Zubereitung der Speisen findet gewöhnlich nicht Flußwasser, sondern Brunnenwasser Verwendung. Wo es indessen geschieht, macht sich ein künstlich durch Chlormagnesium verhärtetes Flußwasser, welches beim Kochen seine Härte nicht wesentlich verliert, viel unangenehmer bemerkbar als ein hartes Brunnenwasser, dessen Härte gewöhnlich, wenn es nicht aus Gipslagern stammt, vorwiegend durch Karbonathärte bedingt ist und daher beim Kochen zum größten Teil verschwindet. Allerdings kann bisweilen auch die Karbonathärte durch Absetzen von Kesselstein beim Kochen lästig werden. In den vorhandenen Analysen der Brunnenwässer sind Karbonathärte (vorübergehende Härte) und die durch Sulfate und Chloride des Kalziums und Magnesiums bedingte Mineralsäurehärte (bleibende Härte) leider nur z. T. getrennt bestimmt worden. In dem einen von den Berichterstattern näher untersuchten Brunnenwasser (Anlage A, Nr. 3) betrug die Karbonathärte 16,8°, die bleibende Härte 9,5°. Die Karbonathärte machte also 64% der Gesamthärte aus. Weitere Untersuchungen des Grundwassers in Oldisleben, ausgeführt vom Hygienischen Institut der Universität Jena, haben ergeben, daß die Gesamthärte in den Oldislebener Brunnen zwischen 18 und 70°, der Chlorgehalt zwischen 32 und 593 mg im Liter schwankte. Bei 17 von diesen Brunnen ist die bleibende Härte für sich bestimmt worden. Die Ergebnisse dieser aus den Jahren 1903, 1906 und 1907 stammenden Untersuchungen läßt Tabelle 30 ersehen.

Digitized by Google

Tabelle 30.

Untersuchungsjahr	Brunnen	Gesamthärte Grade	Karbonathärte Grade	Bleibende Härte Grade	Karbonathärte % der Gesamthärte	Chlor mg im l
1903	In der Brauerei	21,3	14,3	7,0	67	462
„	Im Felsenkeller	24,7	16,0	8,7	65	167
„	Bei Robert Schlücke	18,5	12,6	5,9	68	269
„	Öffentlicher Brunnen (Sackgasse)	21,2	15,0	6,2	71	228
„	Öffentlicher Brunnen (Dorfgraben)	28,0	16,8	11,2	60	181
„	Öffentl. Brunnen (an der Schäferei)	66,1	48,2	17,9	73	532
„	Öffentl. Brunnen (am Spritzenhaus)	23,5	16,5	7,0	70	236
„	Bei E. Seidenschwanz	40,0	25,4	14,6	63	452
„	Bei Otto Schmidt	28,0	28,0	0 ?	100?	440
1906	Bohrloch auf Göhrings kleiner Wiese	21,3	12,6	8,7	59	58
„	Natürliche Quelle in Brunken	36,2	18,3	17,9	50	86
1907	Neues Bohrloch (Dorfgraben)	38,0	21,2	16,8	56	1551
„	Bohrloch Esperstedter Straße, 32 m tief	44,8	16,8	28,0	38	160
„	Desgl., 8 m tief	38,6	11,7	26,9	30	170
„	Desgl., $4^1/_2$ m tief	39,2	10,1	29,1	26	110
„	Bohrloch auf Göhrings kleiner Wiese in Brunken	26,8	8,9	179	33	124
„	Brunnen der Gewerkschaft „Großh. Wilhelm Ernst"	27,5	12,5	15,0	45	32

Bei den meisten der untersuchten Brunnen beträgt also die Karbonathärte 60—70% der Gesamthärte, während die Karbonathärte des Wipperwassers unterhalb Wolkramshausen sowie des Unstrutwassers unterhalb der Wippereinmündung nur etwa 30—40% der Gesamthärte betrug. Man wird das Wipper- und Unstrutwasser durch Kochen bestenfalls um 10—15° in der Härte herabmindern können.

Soweit die vorliegenden Einsprüche auf die verminderte Brauchbarkeit des Wassers der Wipper und Unstrut zu hauswirtschaftlichen Zwecken gestützt werden, ergibt sich hiernach folgendes: Gegen die Verwendung des Wassers der Wipper und Unstrut zu Waschzwecken wird nichts einzuwenden sein, zumal das fließende Wasser für solche Zwecke Vorteile bietet, welche bei der Benutzung des Brunnenwassers nicht gegeben sind. Schon der Umstand, daß das Wasser des Flusses in viel reichlicherer Menge zur Verfügung steht, als das mühsam gehobene Brunnenwasser, ist von Bedeutung. Als Waschwasser ist nur solches Wasser brauchbar, dessen Härte ein bestimmtes Maß nicht überschreitet. Besonders lästig werden beim Waschen die durch Magnesiasalze hervorgerufene Härte sowie die Mineralsäurehärte (bleibende Härte) empfunden. Gerade diese aber werden durch die Vermischung der Endlaugen der Chlorkaliumfabriken mit dem Flußwasser erhöht. Die Klagen über die Verschlechterung des Wassers zu Waschzwecken sind daher berechtigt. Es kommt hinzu, daß, je mehr die Benützung von Wasser zu Reinigungszwecken und zum Waschen erschwert wird, desto mehr Unsauberkeit im Hauswesen vorzufinden sein wird, und daß dadurch mittelbar auch eine Verschlechterung der allgemeinen gesundheitlichen Verhältnisse

Digitized by Google

eintritt. Die Tatsache, daß die Brunnenwässer zum Teil eine erheblich höhere natürliche Härte aufweisen, als das versalzene Wasser der Wipper und Unstrut, ist belanglos, weil, wie oben dargelegt wurde, der größte Teil der Härte der in Frage stehenden Brunnenwässer aus Karbonathärte besteht, welche verhältnismäßig leicht sich beseitigen läßt und im allgemeinen weniger Nachteile mit sich bringt, als die im Wipper- und Unstrutwasser hauptsächlich durch die Endlaugen erzeugte hohe Mineralsäurehärte.

Zu Kochzwecken sollte allerdings Oberflächenwasser, das durch Ausscheidungen von Menschen und Tieren verunreinigt wird, aus hygienischen und ästhetischen Gründen besser überhaupt nicht verwendet werden, wenn reines Wasser, z. B. Brunnenwasser zur Verfügung steht. Brunnenwasser ist aber entlang der Unstrut und Wipper überall vorhanden. Wird aber Wasser vom Unterlauf der Wipper und Unstrut zu Kochzwecken verwendet, so ist es unbequemer als ein gleich hartes Brunnenwasser.

d) Unter den zu prüfenden Einwendungen findet sich ferner die Behauptung, daß das versalzene Unstrutwasser in die dem Flusse nahe gelegenen Brunnen eindringe und somit das Wasser derselben zu Trinkzwecken unbrauchbar mache. Solche Einwendungen haben erhoben: C. Weineck & Söhne in Oldisleben, der Gemeindevorsteher zu Reinsdorf, Kanalinspektor Breitenbach und der Königliche Landrat des Kreises Sangerhausen für die zur Unstrut-Regulierungs-Sozietät gehörenden Ortschaften, das Königliche Salzamt zu Artern, Mühlenbesitzer Willi Köhler in Ritteburg, der Gemeindevorstand zu Ritteburg, der Ortsrichter zu Schönewerda, der Magistrat der Stadt Nebra, Mühlenbesitzer Paul Tittel in Laucha, der Magistrat der Stadt Laucha.

Aus den auf Seite 63 bis 66 gemachten Angaben ergibt sich folgende Zusammenstellung über die Härte und den Chlorgehalt der Brunnenwässer (s. Tabelle 31 Seite 68).

Gärtner und Pfeiffer haben ihr Urteil über eine etwaige Beeinflussung der Brunnen an der Unstrut durch das Wasser dieses Flusses in folgendem Satze zusammengefaßt: „Auf der ganzen Strecke von Oldisleben bis Laucha ist unter 24 untersuchten Brunnen nur einer (Brunnen bei der Schleuse in Ritteburg), welcher mehr oder minder gut filtriertes Flußwasser enthält; bei zwei anderen (Schulbrunnen in Schönfeld, ein Brunnen in Ritteburg) kann man zweifelhaft sein, ob sie mit dem Fluß in Verbindung stehen; bei den übrigen untersuchten Brunnen fehlt anscheinend nach der chemischen Analyse der Zusammenhang."

Vogel schreibt: „Es kann angesichts der ganzen Sachlage keinem Zweifel unterliegen, daß, wenigstens an den Tagen der Probeentnahme, ein Eindringen von Unstrutwasser in die von mir untersuchten Brunnen nicht erfolgt ist." Die von Gärtner und Pfeiffer, sowie von Vogel untersuchten Brunnen lagen der Unstrut besonders nahe. Auch die von den Berichterstattern vorgenommenen Untersuchungen (vergl. Anlage A und Tabelle 28) haben eine Übereinstimmung im Salzgehalt zwischen dem Wasser solcher Brunnen, welche der Unstrut möglichst nahe lagen, und dem Wasser der Unstrut nicht feststellen können. Am geringsten war der Unterschied im elektrischen Leitvermögen von Brunnenwasser und Unstrutwasser in Schönewerda, aber er war immerhin auch dort noch recht bemerkenswert und würde einer Differenz von 50—60 mg Chlor im Liter Wasser entsprechen (vergl. dazu Tabelle 36). Am größten

Digitized by Google

Tabelle 31.

Ortschaft	Härtegrade	Chlor mg im l	Untersucht von
Oldisleben (linke der Unstrut) . .	26,3	312	d. Kaiserl. Gesundheitsamt
„	45,6	254	Gärtner
„	29,0	309	
„	64,8	593	
„	25,3	247	
Bretleben (rechts der Unstrut) .	35,5	83	Gärtner
„	31,8	85	
Reinsdorf (r.) (Am Mühlengraben)	40,4	163	Gärtner
„ „	75,9	128	Vogel
„ „	146,2	142	
Schönfeld (l.)	31,7	148	Gärtner
„	57,7	148	
Artern (l.)	29,8	819	Gärtner
„	84,8	551	
„	89,7	978	
„	140,3	565	
Ritteburg (l.)	44,2	227	Gärtner
„	47,1	281	
„	42,7	192	
Schönewerda (l.)	43,4	241	Gärtner
Bottendorf (l.)	69,0	317	Gärtner
Roßleben (Klosterschule) (l.) . .	11,6	46	Gärtner
Wendelstein (l.)	49,7	122	Gärtner
„	46,0	156	Vogel
Memleben (r.)	43,8	337	Gärtner
„	—	36	Vogel
„	—	85	
„	—	43	
„	—	43	
„	—	85	
Groß-Wangen (r.)	—	57	Vogel
„	—	43	
Klein-Wangen (l.)	—	85	
Nebra (r.)	18,1	28	Vogel
„	18,3	36	
Laucha (r.)	55,6	111	Vogel
„	42,1	57	
„	26,6	28	
„	35,7	21	
„	45,1	64	
„	41,8	36	

war der Unterschied zwischen den elektrischen Leitvermögen des Wassers des Hauptbrunnens der Wasserleitung Nebra und dem des benachbarten Unstrutwassers. Hier kann bei gewöhnlichem Wasserstande der Unstrut überhaupt nicht von einem Zusammenhang zwischen Unstrut und Brunnen gesprochen werden. Die verhältnismäßig salzärmsten der untersuchten Brunnen sind (nach den Vogelschen Analysen) die rechts der Unstrut gelegenen von Memleben an abwärts. Die Härte ihrer Wässer ist (mit Ausnahme von den Brunnenwässern in Nebra) zwar auch recht beträchtlich, ihr Chlorgehalt aber gering.

Digitized by Google

Die Befürchtung, daß die durch Endlaugen versalzene Unstrut die nahegelegenen Brunnen ungünstig beeinflußt, erscheint also zum größten Teil unbegründet. Ähnlich dürften die Verhältnisse an der Wipper liegen. Die oben (Tabelle 29) angeführten Brunnenwasseruntersuchungen zeigen, daß das Grundwasser auch in dieser Gegend ziemlich hart ist, lassen aber keine Beeinflussung durch das Wasser der Wipper erkennen. Im übrigen lagen auch keine Klagen über mangelhafte Beschaffenheit von Brunnenwasser aus dem Wippertal vor.

e) Befürchtungen wegen Schädigungen der Fischerei haben ausgesprochen: Weineck und Söhne in Oldisleben, der Gemeindevorstand in Oldisleben, der Magistrat der Stadt Heldrungen, Mühlenbesitzer Hugo Liebe in Bretleben, Gutsvorsteher Mots zu Bretleben, der Gemeindevorsteher zu Reinsdorf, Kanalinspektor Breitenbach und der Königliche Landrat des Kreises Sangerhausen für die zum Sozietätsgebiet gehörenden Ortschaften, das Königliche Salzamt zu Artern, der Gemeindevorsteher zu Nausitz, der Amtsvorsteher in Gehofen, Mühlenbesitzer Willi Köhler in Ritteburg, der Gemeindevorstand zu Ritteburg, Mühlenbesitzer Emil Türk zu Bottendorf, Ludwig Thiele in Roßleben, der Gutsbezirk Kloster Roßleben, der Magistrat zu Wiehe, Freiherr von Werthern zu Wiehe, der Gemeindevorstand zu Allerstedt, Graf von Helldorf in Wolmirstedt, der Gemeindevorstand zu Wolmirstedt, der Ortsrichter zu Schönewerda, Schulze Lehmann zu Memleben, der Magistrat der Stadt Nebra, Rittergutsbesitzer Pendrost in Zingst, Graf von der Schulenburg zu Vitzenburg, der Amtsvorsteher zu Reinsdorf, der Magistrat der Stadt Laucha, der Gemeindevorstand zu Donndorf.

Den Berichterstattern gegenüber sind wegen Rückgang des Fischreichtums in der Unstrut von verschiedenen Seiten Klagen geäußert worden. So behauptete der Besitzer der Weineckschen Mühle in Oldisleben, daß er bis vor etwa vier Jahren für ungefähr 800 Mark Aale gefangen habe, während die jetzt gefangene Menge gerade noch zur Deckung des Hausbedarfs ausreiche.

Der Fischereipächter in Bretleben will in früheren Jahren für 6—700 Mark Fische gefangen haben, während der Erlös jetzt nur noch etwa 200 Mark betrage (vergl. auch S. 21). Oberamtmann Wrede in Seega beklagte das Verschwinden der Fische in der Wipper. Ferner führten Klage der Fischereipächter in Wiehe, der Fischereipächter in Memleben, der eine Abnahme des Fischbestandes um $^2/_3$ festgestellt haben will (die junge Brut käme nicht mehr auf), und der Amtsvorsteher in Reinsdorf. Nach dem Bericht des Königlichen Regierungspräsidenten zu Merseburg hat der Fischbestand der Unstrut in den letzten Jahren sogar dermaßen abgenommen, daß man glaubt, von seiner Vernichtung sprechen zu können.

Nach dem Ergebnisse bereits früher einmal angestellter experimenteller Untersuchungen der Königlich Bayerischen Biologischen Versuchsstation in München[1]) können die in der Wipper und Unstrut festgestellten Salzmengen, im besonderen das Chlormagnesium einen unmittelbar schädigenden Einfluß auf Fische nicht haben. Dagegen war eine mittelbare ungünstige Beeinflussung der Fische denkbar.

---

[1]) Vergl. das Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats über den Einfluß der Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter, Oker und Aller a. a. O. S. 393 und 407.

Gelegentlich der Bereisungen von Unstrut und Wipper wurde daher seitens der Berichterstatter eine Anzahl von Planktonproben entnommen und im Kaiserlichen Gesundheitsamte mikroskopisch untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchung waren folgende:

I. Planktonproben, entnommen am 30. Juni und 1. Juli 1908.

Probe Nr. 1. Unstrut oberhalb der Wippermündung.

Fast nur Detritus, hauptsächlich Pflanzenreste, Epidermiszellen, Spiralgefäße, parenchymatisches Gewebe, zum Teil gelb gefärbt, einzelne Pilzhyphen, ein Closterium, einzelne Synedren und leere Schalen derselben.

Probe Nr. 2. Wipper vor ihrer Mündung in die Unstrut.

Im Gläschen nur geringer Bodensatz aus organischem und mineralischem Detritus von ähnlicher Beschaffenheit wie bei Probe 1, daneben vereinzelt Nitzschia sigmoidea, Nitzschia acicularis, Synedra, Surirella ovata, Naviculeen, ein Nauplius, Reste von Crustaceen, Ulothrix.

Probe Nr. 3. Unstrut unterhalb der Oldislebener Brücke.

Sehr viel organischer und mineralischer Detritus, daneben vereinzelte Pilzhyphen, Surirella ovalis, Synedra, leere Schalen von Synedra, Nitzschia sigmoidea, Nitzschia acicularis, Meridion.

Probe Nr. 3a. Unstrut zwischen Oldisleben und Bretleben.

Sehr viel organischer und mineralischer Detritus, der in der Zusammensetzung bei allen Proben ziemlich der gleiche ist. Einzelne Pilzhyphen, Nitzschia sigmoidea mit Cocconeis, Nitzschia acicularis, Surirella ovalis, Synedren und Naviculeen.

Probe Nr. 4. Unstrut unterhalb des Bretlebener Wehres.

Sehr viel Detritus, besonders viel Pflanzenreste, auch Stroh- und Papierreste, Federbärte, Sphaerotilus, Nitzschia sigmoidea, Nitzschia acicularis, Synedren, Crustaceenreste.

Probe Nr. 5. Unstrut kurz oberhalb des Ringlebener Kanales.

Sehr viel organischer und mineralischer Detritus, dessen einzelne Bestandteile im Durchschnitt bedeutend kleiner sind als in den bisherigen Proben, einzelne Pilzhyphen, Synedra, leere Schalen von Nitzschia sigmoidea, Navicula und Meridion.

Probe Nr. 6. Unstrut oberhalb der Arterner Schleuse.

Sehr viel mineralischer und organischer Detritus, einzelne Pilzhyphen, Rattenhaare, Surirella ovalis, Nitzschia acicularis, Synedra, Navicula, Spirogyra, Nauplius.

Probe Nr. 7. Unstrut bei Ritteburg kurz unterhalb der Brücke.

Sehr viel feiner mineralischer und organischer Detritus, Surirella ovalis, Cymatopleura solea häufiger, mehr vereinzelt Nitzschia sigmoidea, Synedra, Pleurosigma, Galionella nummuloides, Naviculeen, Surirella elegans, Raphidium polymorphum, ein Exemplar von Anuraea aculeata, Nematoden.

Probe Nr. 8. Helme 50 m vor ihrer Mündung in die Unstrut.

Fast nur Detritus, daneben nur vereinzelt Nitzschia sigmoidea mit Cocconeis, Surirella ovalis, Naviculeen, Synedren, Phormidium.

Probe Nr. 9. Unstrut unterhalb des Roßlebener Mühlgrabens.

Digitized by Google

Sehr viel pflanzlicher, teils gelb gefärbter und mineralischer Detritus, Synedra, Melosira, leere Schalen von Nitzschia sigmoidea, Nauplius.

Probe Nr. 10. Unstrut vor der Mündung bei Klein-Jena.

Sehr viel mineralischer und vegetabilischer Detritus, vereinzelt Cymatopleura solea, Surirella ovalis, Nitzschia sigmoidea, Nitzschia acicularis, Synedra, Navicula.

Probe Nr. 11. Saale kurz vor Einmündung der Unstrut.

Sehr viel organischer, besonders vegetabilischer und mineralischer Detritus, Sphaerotilus, Nitzschia sigmoidea, Surirella elegans, Synedra vereinzelt, Raphidium polymorphum häufig, Actinastrum Hantzschi, Crucigenia rectangularis, Scenedesmus quadricauda, Pediastrum boryanum vereinzelt.

Probe Nr. 12. Saale unterhalb der Einmündung der Unstrut.

Viel organischer und mineralischer Detritus. Häufiger Raphidium polymorphum, mehr einzeln Surirella elegans, Synedra, Navicula, Nitzschia acicularis, Nitzschia sigmoidea, Scenedesmus quadricauda, Pediastrum duplex.

In sämtlichen Proben waren Organismen nur in sehr geringer Anzahl verteten, in desto größerer Menge fand sich Pseudoplankton, das hauptsächlich aus organischen Resten, besonders Pflanzenresten, z. B. Epidermiszellen, Spiralgefäßen, Zellulosefasern, Pflanzenhaaren bestand, die zum Teil stark gelb gefärbt waren, also wohl aus Düngerstätten oder Fäkalien stammten; etwas weniger häufig waren die mineralischen Bestandteile. Trotz dieser großen Menge organischer Substanzen trugen die im konservierten Materiale vorhandenen Organismen nur schwach „mesosaproben" Charakter, eine Erscheinung, die vielleicht mit dem starken Salzgehalt dieses Flusses in Zusammenhang steht, vorausgesetzt, daß der Reichtum an organischem Detritus normal ist und nicht etwa auf Zuführungen durch starke Niederschläge zurückzuführen ist.

II. Planktonproben aus Wipper und Unstrut, entnommen in der Zeit vom 29. September bis 10. Oktober 1908.

Probe Nr. 1. Wipper bei Bernterode, entnommen am 10. Oktober 1908.

Wenig Bodensatz, größtenteils aus Pseudoplankton bestehend, viel pflanzliche Reste, wie Epidermiszellen, Gefäßbündel, Spiralgefäße, teils braun gefärbte Pflanzenhaare, Kaffeebohnenreste, Gewebsfasern, Moosblättchen, daneben viel mineralischer Detritus. Das Plankton setzte sich hauptsächlich aus Diatomeen zusammen, von denen nur wenig Arten etwas häufiger vertreten waren. Es wurden gefunden: Navicula affinis var. amphioxys häufiger, Navicula viridis, Navicula major, Nitzschia sigmoidea ziemlich häufig, Rhoicosphenia curvata ziemlich häufig, Synedra ulna, Surirella elegans, Surirella ovalis häufiger, Pleurosigma, Oscillaria spec., Zweige von Cladophora glomerata, vereinzelte Pilzhyphen.

Probe Nr. 2. Wipper an der Mühle von Zieke, entnommen am 3. Oktober 1908.

Der geringe Bodensatz besteht größtenteils aus Pseudoplankton von gleicher Zusammensetzung wie in Probe 1. Unter den Planktonorganismen sind ebenfalls die Diatomeen vorherrschend. Es fanden sich: Navicula affinis var. amphioxys häufiger, Navicula viridis, Navicula major, Nitzschia sigmoidea mit Cocconeis häufiger, Nitzschia

Digitized by Google

acicularis, Synedra ulna, Surirella ovalis, Cymatopleura solea, Melosira varians, Closterium, Oscillaria, Zoogloea, Cyphoderia ampulla, Nauplius.

Nach diesen beiden Proben muß die Wipper als sehr arm an Organismen bezeichnet werden. Das vorgefundene Pseudoplankton zeigt eine geringe Verschmutzung durch Hausabwässer an, die jedoch in der Vorflut, wie die schwach mesosaproben bis oligosaproben Planktonorganismen erkennen lassen, Übelstände nicht hervorrufen.

Probe Nr. 3. Unstrut vor Einmündung der Wipper, entnommen am 7. Oktober 1908.

Bodensatz nur gering, größtenteils aus Pseudoplankton von gleicher Zusammensetzung wie das der Wipper bestehend. Unter den Planktonorganismen herrschen Diatomeen vor; die einzelnen Arten sind durchgehends nur in geringer Zahl vertreten. Es wurden gefunden: Navicula affinis var. amphioxys häufiger, Navicula viridis, Navicula major, Nitzschia sigmoidea mit Cocconeis häufiger, Surirella elegans, Surirella ovalis, Synedra ulna, Melosira, Pleurosigma, Closterium, Copepoden-Nauplius, vereinzelte Pilzhyphen.

Probe Nr. 4. Unstrut an der Oldisleben-Heldrunger Brücke, entnommen am 29. September 1908.

Geringer Bodensatz, größtenteils aus Detritus bestehend, der sich durch die geringe Größe seiner einzelnen Bestandteile von dem Detritus der Probe 3 auffällig unterscheidet. Es dürfte dieser Größenunterschied auf die Einwirkung der oberhalb gelegenen Turbinen einer Mühle, welche das Unstrutwasser passieren muß, zurückzuführen sein. In der Art der Zusammensetzung unterschied sich das Pseudoplankton nicht von der Probe 3.

Im Plankton wurde gefunden: Navicula affinis var. amphioxys häufiger, Navicula viridis, Navicula major, Nitzschia sigmoidea, Surirella elegans, Surirella ovalis, Cymatopleura solea, Synedra ulna, Rhoicosphenia curvata, Melosira, Pleurosigma, Closterium, ein Vorticellenköpfchen, Fusariumsporen, Cladophoraäste, Oscillatoria.

Nach diesen Befunden gilt für die Unstrut dasselbe, was über die Wipper gesagt wurde. Auch hier lassen sich im Plankton die Hausabwässer nachweisen, die aber ihrer Menge nach zu gering sind, um auffällige Veränderungen hervorzurufen.

Als Ergebnis dieser Untersuchungen läßt sich feststellen, daß sowohl in der Wipper wie in der Unstrut das Plankton verhältnismäßig spärlich vertreten ist. Das vorhandene Plankton ist außerdem vorwiegend pflanzlicher Art und kommt daher als Fischnahrung wenig in Betracht. Es ist die Vermutung nicht unberechtigt, daß die Versalzung der Flußläufe einen gewissen Einfluß auf das in ihnen vorhandene Plankton ausgeübt hat. Haben doch auch die Untersuchungen von Hofer[1]) gezeigt, daß durch die Abwässer der Kalifabriken eine Beeinträchtigung der niederen Fauna in der Schunter stattfinden kann. Vielleicht beruht diese Schädigung der niederen Tier- und Pflanzenwelt auf einer plasmolytischen Wirkung der Kalifabrikabwässer auf die Zellen der Organismen, wenn auch bei einigen Pflanzen eine gewisse Akkomodation an konzen-

[1]) Vergl. Abschnitt 4 des Kapitels V zum Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats über den Einfluß der Ableitungen von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter, Oker und Aller. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Band XXV, 1907.

trierte Salzlösungen stattfindet[1]). Besonders schädlich dürfte in dieser Beziehung daher eine wechselnde, unregelmäßige Versalzung wirken.

Wenn also nach vorstehenden Darlegungen eine unmittelbare Schädigung der Fische durch die Endlaugen der Kalifabriken nicht anzunehmen ist, so erscheint doch eine mittelbare Schädigung der Fische durch Verringerung ihrer Nahrung nicht ohne weiteres ausgeschlossen.

Da die Erhaltung der niederen Tier- und Pflanzenwelt für die Selbstreinigung eines Flusses von großer Bedeutung ist, so ist nach diesen Befunden auch der Gedanke nicht von der Hand zu weisen, daß die Versalzung von Wipper und Unstrut die selbstreinigende Kraft des Wassers dieser Flüsse herabsetzt. Damit würde zugleich die Infektiosität dieser Flußwässer erhöht werden.

Die Verunreinigung der Flußläufe durch die Abwässer der verschiedenen Ortschaften war durch die biologische Untersuchung zwar deutlich erkennbar, hat aber darnach einen sehr hohen Grad nicht erreicht (vgl. dazu S. 54).

Zu B. Die Frage, ob und in welchem Maße die Einleitung der Abwässer von Chlorkaliumfabriken in die Flußläufe zur Schädigung gewerblicher Interessen führen kann, ist in dem Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats über den Einfluß der Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter, Oker und Aller (Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, 25. Bd. 1907, S. 358) erörtert worden. Auf diese Ausführungen kann hier verwiesen werden. Ergänzend mögen noch folgende Bemerkungen hier Platz finden:

Es wird geltend gemacht, daß das mit den Endlaugen der Carnallitverarbeitung verunreinigte Unstrut- und Wipperwasser für manche gewerbliche Betriebe unverwendbar sei und daß es Metallteile angreife, mit denen es in Berührung kommt. Auch als Speisewasser für Dampfkessel soll das Wasser unverwendbar sein.

Als industrielle Betriebe an der Unstrut und Wipper, welche auf Benutzung eines salzarmen Wassers angewiesen sind, kommen nur Brauereien und Zuckerfabriken in Betracht.

Brauereien müssen auf die Beschaffenheit des Betriebswassers einen großen Wert legen und namentlich weiches Wasser bevorzugen, weil solches das Quellen der Gerste begünstigt. Aber wenn auch das Wasser von Wipper und Unstrut frei von Endlaugen wäre, dürfte es für Brauereizwecke nicht ohne weiteres verwendet werden können, weil es durch Abgänge menschlicher und tierischer Wohnstätten verunreinigt und demnach zur Herstellung von Nahrungs- und Genußmitteln, wie Bier, ungeeignet ist.

Zuckerfabriken gebrauchen größere Mengen Wasser zur Rübenwäsche und Rübenschwemme. Für diese Zwecke ist das durch Endlaugen verunreinigte Flußwasser nicht weniger geeignet, als das von solchen freie Wasser. Ferner brauchen Zuckerfabriken Wasser für die Diffusion der Rübenschnitzel. Dafür ist salzarmes Wasser erforderlich, weil Salze, wie Chlornatrium, Chlormagnesium, Melassebildner sind, infolgedessen die Ausbeute an kristallischem Zucker vermindert wird. Außerdem wird bei Verwendung von salzigem Wasser der Salzgehalt des Zuckers und der Melasse erhöht, der Wert beider vermindert.

[1]) Pfeffer, Pflanzenphysiologie. 2. Auflage, 1. Band, Seite 122.

Digitized by Google

Es ist anzunehmen, daß bei Benutzung von Chlormagnesium enthaltendem Wasser zur Diffusion ein Teil des Chlormagnesiums in den Schnitzeln zersetzt wird und dafür äquivalente Mengen von Chloriden der Alkalien in die Säfte gelangen, und daß beim Klären der Säfte mit Kalk das Chlormagnesium unter Bildung von Magnesiumhydroxyd zersetzt wird, so daß an dessen Stelle Chlorcalcium in die Säfte gelangt. Diese Prozesse sind jedoch für die Beurteilung der Frage nach der Schädlichkeit des Chlormagnesium enthaltenden Wassers für die Diffusion belanglos, da kein Zweifel besteht, daß alle Chloride, einerlei, ob solche des Magnesiums, Calciums, Kaliums oder Natriums vorliegen, die Kristallisation des Zuckers beeinträchtigen und den Salzgehalt (Aschengehalt) desselben wie auch der Melasse erhöhen.

Jedoch darf die Beeinträchtigung der Zuckergewinnung durch Chlormagnesium enthaltendes Flußwasser nicht zu hoch eingeschätzt werden, weil den Zuckerfabriken in den beim Betriebe sich ergebenden Fall-, Kondens- und Brüdenwässern salzfreies Wasser für die Diffusion in hinreichender Menge zur Verfügung steht, das sie wahrscheinlich schon jetzt regelmäßig zur Diffusion benutzen. Auch muß darauf hingewiesen werden, daß in neuerer Zeit immer mehr dazu übergegangen wird, die Diffusionspreß- und Diffusionsablaufwässer wiederholt zur Diffusion zu benutzen[1]).

Endlich muß, wie bei der Bierbereitung, so auch hier darauf hingewiesen werden, daß die Verwendung des durch menschliche und tierische Abfälle verunreinigten Wassers der Wipper und Unstrut zur Herstellung eines Nahrungsmittels, wie Zucker, unappetitlich wäre.

Für alle industriellen Betriebe kommt eventuell in Betracht die Beeinträchtigung der Verwendbarkeit des Chlormagnesium enthaltenden Wassers zum Speisen der Dampfkessel. Die Ansichten, ob Chloride, insbesondere Chlormagnesium, zerstörend auf die Kesselwandungen wirken, sind geteilt. In dem Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats über den Einfluß der Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter, Oker und Aller[2]) sind die darauf bezüglichen damals bekannten Arbeiten auszugsweise wiedergegeben worden.

Da Eisen bei Gegenwart von Sauerstoff und Feuchtigkeit durch Rostbildung angegriffen wird und bei Abwesenheit von Sauerstoff mit destilliertem Wasser bei 100° Wasserstoff auch Eisenoxyduloxyd bildet, so ist die Frage nach dem schädlichen Einfluß des Chlormagnesiums auf Dampfkessel folgendermaßen zu stellen: „Wie beeinflußt Chlormagnesium die Rostbildung und die Wasserstoffentwickelung?"

Da bei 100° Rostbildung und Wasserstoffentwicklung neben einander hergehen, so läßt sich über die Rostbildung allein nur bei Zimmertemperatur etwas sagen. In dieser Beziehung ist auf Grund der darüber erschienenen Arbeiten[3]) zu entnehmen, daß der Einfluß von Salzlösungen auf die Rostbildung sehr von der Konzentration

[1]) Vgl. Die Prüfung des Claassenschen Verfahrens der Zurücknahme von Abwässern auf die Diffusionsbatterie in der Zuckerfabrik Dormagen von Prof. Dr. A. Herzfeld. Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zuckerindustrie 1910, 108.

[2]) A. a. O.

[3]) Vgl. Ost, Chem. Zeitung 1902, 819. 845. 1903, 87. — Heyn und Bauer, Mitteilungen der Kgl. Materialprüfungsanstalt zu Lichterfelde 1908 S. 1. Lange, Zeitschrift des Vereins der Deutschen Zuckerindustrie 1909, Techn. Teil S. 1011.

der Lösung abhängig ist. Verdünnte Lösungen (0,001 g bis 10 g $MgCl_2 + 6 H_2O : 1000$) wirken schwächer, solche von 50 bis 150 g : 1000 stärker und konzentriertere wieder schwächer als destilliertes Wasser. Jedenfalls ist der Einfluß von Salzlösungen auf die Rostbildung für die schädigende Wirkung des Rostes — das gebildete Eisenhydroxyd scheidet sich nicht als zusammenhängende Schicht, sondern locker ab, und dadurch frißt der Rost weiter — nicht ausschlaggebend, dies ist vielmehr die Menge des Luftsauerstoffs, so daß eine unmittelbare schädigende Wirkung eines mit Chlormagnesium verunreinigten Flußwassers auf mit diesen in Berührung kommende Eisenteile (Turbinen, eiserne Mühlräder) nicht angenommen werden darf.

Bei Luftabschluß entwickelt Eisen bei 100° und 1 Atmosphäre oder auch bei höherer Temperatur und höherem Druck mit destilliertem Wasser Wasserstoff unter Bildung von Eisenoxyduloxyd (Fe_3O_4).

Das gebildete Eisenoxyduloxyd wird vom Chlormagnesium gelöst. Bei Abwesenheit von Chlormagnesium ist die Korrosion des Eisens der Dampfkessel beendet, sobald sich die Kesselwand mit einer Schicht von Eisenoxyduloxyd bedeckt hat.

Bei Anwesenheit von Chlormagnesium löst sich das Eisenoxyduloxyd auf; auf solche Weise werden immer neue Mengen Eisen zur Zerstörung gebracht. Die Auflösung des Eisens vollzieht sich nicht quantitativ, denn im Gleichgewicht

$$MgCl_2 + Fe(OH)_2 \rightleftharpoons FeCl_2 + Mg(OH)_2$$

ist der Vorgang nach links der Hauptvorgang. Deshalb ist Chlormagnesium bei der Zerstörung des Eisens durch Wasserstoffentwickelung viel schädlicher, als andere im Flußwasser sich findende Salze.

Die lösende Wirkung des Chlormagnesiums sowohl bei 1 wie bei 10 Atmosphären wird aber sehr geschwächt bei Anwesenheit von Kalziumkarbonat, indem das Chlormagnesium unter Bildung von Kohlensäure und Chlorkalzium, welches Eisenoxyduloxyd nicht auflöst, in Magnesia übergeht.

Es ist nicht nötig, daß auf 1 Mol. Chlormagnesium 1 Mol. Kalziumkarbonat, d. i. auf 1 g Chlormagnesium fast genau 1 g Kalziumkarbonat kommt, sondern es genügt auf 4 g Chlormagnesium 1 g Kalziumkarbonat. Bei diesem Verhältnis wird bei 10 Atmosphären die Auflösung des Eisens vollständig verhindert.

Da nun Magnesiumbikarbonat beim Kochen in wässeriger Lösung in Kohlensäure und basisches Magnesiumkarbonat zerfällt und dieses ebenfalls die Auflösung des Eisens durch Chlormagnesium hindert, so darf man bei der Berechnung derjenigen Menge Chlormagnesium, die ein Wasser ohne Schädigung der Kesselwandungen bei einer Verwendung als Kesselspeisewasser enthalten darf, die vorhandenen Mengen Kalzium- und Magnesiumbikarbonat auf Kalziumkarbonat umrechnen. Kommt dann nicht mehr als die vierfache Menge Chlormagnesium auf die berechnete Menge Kalziumkarbonat, dann bleibt die spezifische Schädigung der Kesselwandungen durch Chlormagnesium aus.

Ob und inwieweit Schädigungen gewerblicher Interessen am Unterlauf der Unstrut, sowie an der Saale und vielleicht auch an der Elbe durch die Abwässer der Chlorkaliumfabriken an der Wipper und Unstrut hervorgerufen werden, dies zu untersuchen lag außerhalb des Rahmens des vorliegenden Gutachtens. Soweit die Bericht-

Digitized by Google

erstatter die vorliegenden Verhältnisse zu beurteilen vermögen, werden z. Z. größere gewerbliche Interessen an der Wipper und am oberen Lauf der Unstrut durch die Abwässer der Kaliindustrie nicht in erheblichem Maße verletzt.

Zu C. Hinsichtlich des Einflusses, welchen das durch Endlaugen aus Kalifabriken verunreinigte Wasser der Unstrut und Wipper in landwirtschaftlicher Beziehung auf das benachbarte Wiesen- und Ackerland ausübt, ist folgendes zu bemerken:

Die Beurteilung der Einwirkung des salzhaltigen Flußwassers bei der Bodenkultur auf gesundes Pflanzenwachstum als Grundlage für die normale Ernährung des Menschen und der Tiere setzt voraus, daß erst eine kurze Orientierung über die naturgesetzlichen Verhältnisse der bezüglichen Bodengrundlagen gegeben werde.

Zunächst mag vom Standpunkte der Bodenkunde darauf hingewiesen werden, daß kleine Schadens-Wirkungen sich vielfach der direkten, insbesondere der oberflächlichen Beobachtung und Beurteilung entziehen, daß gewisse Wirkungen sich aber im Laufe der Jahre in den Bodengrundlagen summieren und sodann weit erheblicher hervortretende Größen darstellen können. Beispielsweise wurde von dem einen Mitberichterstatter (Orth) bei der Beurteilung der Stauschäden der Oderkanalisation oberhalb Oppeln in ihrer Einwirkung auf Bodenveränderung und Pflanzenentwicklung gefunden, daß einzelne Schäden bei Beginn des Betriebes der Kanalisation fast gar nicht hervortraten, welche sich im Laufe der Jahre als weit erheblicher herausstellten.

Bei der Versalzung der Wiesen im Haasegebiet durch die Piesberger Grubenwässer (Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Band XVII, 1900, S. 243) handelte es sich wesentlich um sandige und weniger gebundene Bodenarten, betreffs welcher die anliegenden vom Piesberge weit entfernten Wiesenbesitzer im Oldenburgischen darüber klagten, daß der für die Wiesenbewässerung wohltätige Schlick des Wassers infolge der Versalzung ausbleibe. — Seitens des einen Mitberichterstatters (Orth) wurde damals experimentell der Nachweis geführt, in welchem Umfange bei verschiedener Versalzung diese Niederschlagung erfolgt.

Auch im Flußgebiete der Aller, Oker und Schunter (vgl. das mehrfach angeführte Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats) kommen weit mehr leichtsandige bis lehmigsandige und anmoorige, wie gebundene Bodenarten in Betracht, welche hinsichtlich aller praktischen Wasserfragen ganz anders wie die letzteren zu beurteilen sind.

Der Tal- und Niederungsboden des hierhergehörigen Gebiets weist seiner Zusammensetzung nach wesentlich auf die Verwitterungs- und Abschwemmungsprodukte der Formationen der Trias Thüringens und der Zechsteinformation des Kyffhäusergebirges, zum Teil der alten Formationen des Harzgebirges und des Thüringer Waldes hin. Auch die Diluvialformation mit ihren Lehmen und Mergeln ist von nicht geringem Einfluß gewesen. In der Formation des Muschelkalks sind namentlich kohlensaurer Kalk, im Keuper Ton- und Mergelgestein stark vertreten. Das erhebliche Vorkommen von Gips am Kyffhäusergebirge, am südlichen Harzrande und im Gipskeuper der mittleren Unstrutgegend hat auf das starke Auftreten von schwefelsaurem Kalk im Flußwasser und damit auf die erhebliche natürliche Härte der betreffenden Wasserläufe einen großen Einfluß gehabt.

Im vorliegenden Niederungsgebiete sind, entgegengesetzt wie bei den Talböden des Flußgebiets der Aller und Haase, wesentlich gebundene, lehmige und stark tonige, schwere Bodenarten vorherrschend.

An den Talgehängen sind vielfach Diluviallehm und Löß vorhanden, deren feinsandige, staubig tonige Abschwemmungen umgelagert in den Niederungen auftreten und an den flachen Hängen vorzügliche Lagen für Wiesenbewässerung darstellen. So findet sich in dem bei Bendeleben beginnenden und in der Richtung nach Frankenhausen abwässernden Tale ein schöner und kalkhaltiger, lößartiger Lehm, welcher als ein vorzüglicher Wiesenboden zu bezeichnen ist. Auch in dem weiten Unstruttale zwischen Bretleben und Memleben sind, namentlich auf der rechten Seite, flach abfallende, für Wiesenbewässerung benutzte Gehänge vorhanden, welche von dem Diluviallehm am Abhange allmählich in den Aueboden der Niederung übergehen. Die bezüglichen geologischen Karten geben darüber bestimmten Aufschluß. In dem Boden der Niederung und zum Teil auch des flach abfallenden Gehänges tritt der tonige Charakter der Unstrut-Anschwemmungen weit mehr hervor, sodaß hier meist Bodenarten mit schwerem, undurchlässigen Untergrund vorhanden sind, soweit sie nicht durch die alluvialen, unterhalb lagernden, Sand- und Kiesanschwemmungen beeinflußt werden.

Wenn hier von der Unstrut dem Ursprunge nach viel toniges Material herangeschwemmt wurde, so kommt bei der großen Talebene abwärts Oldisleben und Frankenhausen und bis nach Memleben hin weiter in Betracht, daß die Ablagerung in einer weiten seeartigen Erweiterung, in einem Landsee stattgefunden hat, welcher durch den vorspringenden Querriegel des Buntsandsteines bei Nebra (vor dem Wasserdurchbruche) gebildet wurde und so zu einer stärkeren Sonderung des angeschwemmten Materials und deshalb zu sehr tonreichen Ablagerungen Veranlassung gab. Die geologischen Karten ergeben, daß vereinzelt auch alte diluviale Kerne in der Talebene vorhanden sind, wovon Teile ebenfalls umgelagert sein müssen. Die vom Kanalinspektor Breitenbach aufgenommenen zahlreichen Bodenprofile zeigen, wo der tonige Boden über $1\frac{1}{2}$ Meter Tiefe hinaus geht und an anderen Stellen, wo der Untergrundsand näher an die Oberfläche tritt. Auch da, wo die Bodenprofile Sanduntergrund aufweisen, ist oberhalb oft ein so gebundener Tonboden vorhanden, daß er als sehr schwer durchlassend bezeichnet werden muß.

Auf der Südseite von Roßleben, zwischen Roßleben und Wiehe, ist Alluvial-Sand und -Kies stark vertreten, sodaß er zur Gewinnung desselben Veranlassung gegeben hat. Auch am Talrand tritt einzeln durchlässiger Diluvialsand hervor.

Bei sehr hohem Wasserstande der Unstrut gibt der Untergrundsand durch Druckwasser zu Wasseranhäufungen weiter vom Flusse ab Veranlassung, welches Wasser vielfach als „Qualmwasser" bezeichnet wird. Es ist dies um so mehr möglich, als die Niederung abseits vom Flusse vielfach ein tieferes Niveau hat, als das Gelände unmittelbar am Flusse, wo sich der Fluß hochgewässert hat. Es wird später diese Frage besonders behandelt werden müssen.

Indem der den genannten Landsee verursachende Querriegel des Buntsandsteins bei Nebra durch Erosion allmählich abgetragen wurde, ging der Talboden allmählich

Digitized by Google

in eine sumpfige Niederung über, deren Bodenkulturverhältnisse mit all den Schwierigkeiten eines solchen Inundationsgebiets und mit der großen Unsicherheit seiner Erträge zu rechnen hatten. Der Sumpfboden wurde dadurch an vielen Stellen zu einem fruchtbaren, humosen, Sumpfschnecken (Limnaeus, Planorbis, Paludina) führenden Riethboden mit sehr dunkeler Färbung. Auf den geologischen Karten ist dieser schneckenführende Riethboden besonders verzeichnet worden.

Diese große Unsicherheit in der Kultur und den Ernten der Unstrut-Niederung bei sehr schweren Bestellungsarbeiten dauerte bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts, bis durch die Ausführung des Projekts des Baurats Wurffbain Ende der 50er und Anfang der 60er Jahre mit einem Kostenaufwand von 427 000 Talern (über 1,2 Millionen Mark) Wandel geschaffen wurde. Ein Hauptteil dieses Projektes[1]) bestand in der Anlage eines tief einschneidenden, mit hohen Deichen begrenzten Entwässerungskanals, beginnend an der Unstrut zwischen Bretleben und Schönfeld. Es sind für die Melioration erforderlich gewesen: (vgl. Lentz, Denkschrift betreffend die Melioration des Unstruttales, Halle 1867)

Über 40 000 lauf. Meter Deiche an der regulierten Unstrut,
„ 48 000 „ „ Deiche an den neuen Kanalanlagen,
„ 4 800 „ „ Deiche an regulierten Bächen,
„ 3 600 „ „ Polderdeiche,
„ 45 000 „ „ Binnengräben,
11 Schleusen,
55 Brücken,
1 Tunnel (für den Helderbach unterhalb Bretleben),
96 Siele usw.

Es wird dies ausdrücklich angeführt, um darzutun, welchen Umfang diese Melioration gehabt hat und welcher große kostspielige Apparat dafür in Ordnung gehalten werden muß.

Das ursprüngliche Projekt wollte auch die jetzt noch sumpfigen Gebiete des Sachsen-Weimarischen Rieths bei Oldisleben und bei Kalbsrieth a. d. Helme, sowie des Schwarzburgischen Rieths bei Esperstedt mit in die Melioration hineinziehen, die Anlieger in diesen Staaten waren indessen nicht dazu zu bewegen, in die Sozietät mit einzutreten, weshalb ein großer Teil des betreffenden Geländes jetzt noch als Rohrwiese und wenig ertragreich daliegt. Es ist aber von Wichtigkeit, daß die Möglichkeit erhalten bleibt, auch dieses fruchtbare Bodengebiet durch eine entsprechende Melioration noch zu besseren Erträgen zu bringen. Es wird angegeben, daß die Fürstlich Schwarzburg Rudolstädter Verwaltung sich mit der Frage beschäftigt, die Entsumpfung durch künstliche Wasserhebung mittelst Dampfpumpen zu bewirken, wodurch dann wahrscheinlich eine weitere Versalzung des Unstrut-Wassers herbeigeführt würde.

Die Melioration des Unstrut-Gebiets von Bretleben bis Nebra gehört nach der genannten Denkschrift von Lentz zu einer der gelungensten im Deutschen Reiche, wodurch der große Reichtum dieses Bodens zum Teil durch Benutzung als Ackerland,

[1]) Vgl. auch S. 10 dieses Gutachtens.

Digitized by Google

zum Teil durch Zuckerrübenkultur zur Geltung kam. An Unkosten wurden die Felder durch diese Melioration jährlich pro Morgen (¼ ha) belastet:

Acker I. Klasse mit 6 Mark und abnehmend bis zum

Acker V. Klasse mit 75 Pfennig.

Solche großartigen, kostspieligen Meliorationen werden von den Anliegern nur in Angriff genommen im Vertrauen auf die Erhaltung der bezüglichen naturgesetzlichen und wirtschaftlichen Fruchtbarkeits-Bedingungen, unter welchen allein ein entsprechender Erfolg möglich ist. Für den Fall, daß dieses Vertrauen nicht gerechtfertigt wäre, würde dieses der gesamten Landeskultur und ihrer notwendigen fortschreitenden Entwickelung zum großen Schaden gereichen.

Viele große Schwierigkeiten in der Kultur des Niederungsbodens können durch eine solche Regulierung nicht vollständig beseitigt werden, da die Melioration in erster Linie Schutz vor den verheerenden Sommerüberschwemmungen und die Minderung der Schäden der Winterüberschwemmungen herbeiführen soll. Viele Schäden können auch bei starkem plötzlichen Sommerhochwasser nicht vermieden werden. Der eine Mitberichterstatter (Orth) hatte Gelegenheit, am 29. Mai 1908 in Begleitung des Kanalinspektors Breitenbach die zahlreichen Wasserlachen im Niederungsgebiet und z. T. mitten in den Getreidefeldern zu beobachten, welche auf Druckwasserwirkungen infolge des sehr hohen Wasserstandes der Unstrut zurückzuführen waren. Daraus ergibt sich, daß der Kampf mit dem feuchten Element in dieser Niederungsgegend auch im Sommer bei solchen Veranlassungen schwierig sein kann. Durch solches „Qualmwasser" und das längere Stagnieren desselben in den Feldern und Wiesen können große Werte verloren gehen, zu deren Schaffung durch Bestellung, Düngung und dergl. große Unkosten aufgewendet worden sind. Im Winter kommen dazu nicht selten Eisversetzungen in den Gräben und Kanälen, wodurch ebenfalls das Übertreten von Wasser in die Niederung gefördert wird.

Das „Qualmwasser" tritt bekanntlich am nachteiligsten bei Hochwasser da auf, wo im Untergrunde der benachbarten Niederung eisenhaltige Verbindungen stark vertreten und in Bewegung sind, welche durch den Seitendruck des Hochwassers dann in die Höhe gedrückt werden und für die Vegetation sehr nachteilig wirken können. Die „Qualmwässer" sind in diesem Falle von der Praxis am meisten gefürchtet[1]). In der Unstrut-Niederung ist wegen des Kalkgehalts des Bodens das Eisen im Untergrunde weniger in Bewegung. Von dem Mitberichterstatter selbst ist nur an einer Stelle in der Niederung in der Gegend von Bottendorf Raseneisenstein im Untergrunde beobachtet worden, welcher in der Regel auf Kalkarmut schließen läßt. Aus Anlage E geht der Gehalt an kohlensaurem Kalk im Niederungsboden hervor, welcher zwischen 0,7 und 2,6 Prozent (meist über 2 Prozent) in der oberen Krume schwankt, also ziemlich erheblich ist und zur Folge hat, daß hier mehr kalkhaltige Wässer und weniger die schädlichen eisenhaltigen Wässer vorkommen. Trotzdem sind die Schädigungen durch das Druckwasser in der Unstrut-Niederung, ganz abgesehen von allen Fragen der Versalzung, als erhebliche zu bezeichnen. Die Besorgnis der Bewohner geht aber

[1]) Nach einer abweichenden Ansicht mehrerer Mitglieder des Reichs-Gesundheitsrats handelt es sich hier nicht um durchgedrücktes Unstrutwasser, sondern um das versalzene Grundwasser.

Digitized by Google

dahin, daß durch die starke Versalzung des Flußwassers, wenn es auch bei Hochwasser sehr verdünnt ist, die Schädigungen noch größere werden, indem durch Verdunstung des Wassers im Boden, sowie der stagnierenden Wasserlachen, viel stärkere Konzentrationen herbeigeführt werden. Es wird die Aufgabe einer dauernden und mehr eingehenden Behandlung und Kontrolle der Wasserfrage sein, dieselbe überall zu einer entsprechenden Klärung zu bringen.

In der sumpfigen Unstrut-Niederung war vor der großen Melioration vor etwa 50 Jahren die Grasnutzung mehr vorherrschend. Infolge der größeren Sicherheit durch die Entwässerung sind viele Wiesen zu Ackerland umgewandelt und haben anfangs auf dem mehr jungfräulichen Boden hohe Erträge gegeben. Dies ist in dem früheren Grade indessen jetzt nicht mehr der Fall. Aus diesem Grunde und entsprechend dem Zuge der neueren Zeit, an den teurer gewordenen Arbeitskräften durch Verringerung des Hackfruchtbaus mehr zu sparen, muß mit der Möglichkeit gerechnet werden, wieder größere Flächen zu Gras- und Wiesenland niederzulegen, wie sie in großem Umfange in der Niederung auch nach der Melioration vor 50 Jahren als Hauptnutzung erhalten geblieben sind.

An und für sich ist die Grasnutzung geeignet, manchen Schwierigkeiten der Niederungswirtschaft zu begegnen. Abgesehen von der Verschlämmung bei starkem Hochwasser, wodurch, wie Ende Mai 1908 vor der Heuernte, die Grasnutzung fast wertlos werden kann, sind die Stauschäden in der Regel viel geringer, als bei Ackerkultur. Eine starke Versalzung mit Magnesiumsalzen kann bei Zuckerrübenkultur für den Zuckergehalt in der Rübe sehr nachteilig werden. Die Unstrut ist zu einem sehr großen Teile eingedeicht. Einzelne Feldflächen sind nicht eingedeicht und liegen zwischen den Deichen nach dem Wasser zu, sodaß sie der Überschwemmung bei Hochwasser direkt ausgesetzt sind. Falls in diesem Falle bei muldigem Gelände einzelne Depressionen mit Wasser gefüllt zurückbleiben, so kann dadurch bei undurchlässigem Untergrunde die Versalzung des Wassers eine viel stärkere, die Einwirkung auf die Entwickelung der Zuckerrüben eine ganz andere werden, als bei dem stark verdünnten Hochwasser.

Da die Grasnarbe an und für sich eine stärkere Dauer hat, da ferner viele Gräser größere Wassermassen vertragen, so sind in solchen Niederungsflächen bei Begrasung viele Gefahren als geringer zu bezeichnen, als bei vielen Kulturen des Ackerbaus. Wo in den schleswigschen Seemarschgebieten die schwersten Tonböden sind, hat man vielfach Fettweiden eingerichtet.

Die Wiesenbewässerung auf schwerem Tonboden hat die Schwierigkeit, daß der Boden zu wenig aufnahmefähig, zu undurchlässig und zu wenig durchlüftet ist. Eine üppige Grasvegetation erfordert aber viel Nahrung, sodaß ein guter Wiesenwirt die Grasfläschen gern „fett rieselt“. Das befruchtende Berieseln findet im allgemeinen mehr im Winterhalbjahr, das anfeuchtende Berieseln mehr in der wärmeren Sommerperiode statt. Lange Dürreperioden wirken auf schwerem Tonboden verderblicher, als auf den meisten anderen Bodenarten. Die Grasvegetation verbraucht aber außerordentlich viel Wasser. In solchen Dürreperioden, in welchen die Flußwasserstände am niedrigsten, die Versalzung ceteris paribus am größten, ist die anfeuchtende Berieselung

am notwendigsten. Da aber ein erhöhter Salzgehalt im Wasser die Verkrustung und Verdichtung des Bodens wesentlich vermehrt, da bei der Undurchlässigkeit des Untergrundes das Wasser nur langsam eindringt, so ist in solchen Dürreperioden, in welchen der Wiesenwirt das Wasser nicht entbehren kann, beim Abdunsten des Wassers die Gefahr der Bodenversalzung und der dadurch herbeigeführten starken Schädigung der Vegetation eine besonders große.

Auf der rechten Talseite der Unstrut-Niederung sind an dem flach abfallenden Gehänge bei Reinsdorf und Gehofen über 100 ha große Wiesenflächen, welche durch den bei Bretleben aus der Unstrut abzweigenden Mühlgraben berieselt werden. Die Wiesenflächen haben keine große Umgestaltung der Oberfläche durch Kunstbau erhalten, sodaß es auch an kleinen Einsenkungen nicht fehlt, in welchen sich das Wasser in höherem Grade ansammelt. Der Boden dieser großen Wiesenflächen gehört zu den schwersten Tonböden. Die mechanische Analyse nach Schlösing ergibt dafür folgende Zahlen.

Tabelle 32.

Nr. der Bodenprobe	Sand %	Staub %	Feinton u. Eisen (argile) %
Nr. 36	7,2	34,3	52,0
„ 37	4,6	40,0	47,7
„ 38	2,9	27,0	60,6
„ 39	11,1	34,9	45,1
„ 40	12,1	37,2	44,4
„ 41	6,2	32,2	54,8
„ 42	11,4	34,8	42,9
„ 43	5,6	30,2	54,1
„ 44	6,5	32,6	53,0
„ 45	11,0	31,4	49,7

(Alles Karbonatfrei berechnet).

Der Sandgehalt schwankt zwischen 2,9 und 12,1 Prozent, der Staubgehalt zwischen 30,2 und 40,0 Prozent, der Gehalt an Feinton und Eisen zwischen 42,9 und 60,6 Prozent.

Die besseren Bodenarten in der Umgegend von Berlin bestehen nach den Feststellungen des Mitberichterstatters[1]) oberhalb größtenteils aus sandigem Lehm und lehmigen Sand, worin fast 70 Prozent Sand vertreten ist. Beispielsweise ergaben drei erstklassige Bodenarten bei Berlin folgende Zahlen:

Tabelle 33.

		Feinton und Eisen %	Staub %	Sand %
Kaulsdorff:	Sandiger Lehm Ackerkrume	3,0	27,2	69,1
Marzahn:	Lehmiger Sand Ackerkrume	2,7	28,9	68,0
Blumberg:	Sandiger Lehm Ackerkrume	3,8	27,0	68,8

[1]) Orth, A. Beiträge zur Kenntnis des Bodens der Umgegend von Berlin. Landwirtsch. Jahrbücher 38. Bd. Ergänz.-Bd. V (1909).

Digitized by Google

Die besseren Bodenarten werden indessen für Berieselungszwecke der Stadt Berlin nicht gern genommen, weil sie schon zu viel tonige Teile enthalten und zu wenig durchlüftet sind.

Der Boden der Rieselwiesen von Reinsdorf und Gehofen enthält demgegenüber: an Feinton und Eisen das 14—20 fache, an Sand etwa den 10. Teil der genannten Bodenarten der Berliner Umgegend. Entgegengesetzt werden für Berieselungszwecke mit städtischem Schmutzwasser bei Berlin vielfach Bodenarten gewählt, welche 1 Prozent und weniger „argile“ enthalten und zu 80 bis 90 Prozent aus Sand bestehen.

Wenn auch die Aufgaben der Berieselung auf den städtischen Rieselfeldern andere sind, als auf den Unstruttal-Wiesen, so werden die angeführten Zahlen doch einen gewissen Anhalt für die Beurteilung geben, wie die hier genannten Wiesenböden bei ihrem außerordentlich hohen Tongehalt betreffs Kapillarität und Undurchlässigkeit zu beurteilen sind. Der Konsistenz nach wird der Ton des Untergrunds im Unstruttale vielfach als „fester Ton“ bezeichnet.

An anderen Stellen der Unstrut-Niederung wird die Berieselung durch Stauwerke oder durch Wasserhebung mit Lokomobilen herbeigeführt. Die Lokomobil-Bewässerung wird in großen Dürreperioden, in welcher der Tonboden sehr an Trockenheit zu leiden hat, bei den niedrigsten Wasserständen zur Anfeuchtung benutzt. Sie wird trotz der großen Kosten dieser Wasserhebung als sehr notwendig zur Ausführung gebracht, damit die Grasnarbe nicht leidet. Und sie ist dann nach dem Abbringen des Grases und Heus in solchen Dürreperioden sofort in größerem Umfange erforderlich. Ein kräftiges, alsbaldiges Unterwassersetzen der Wiesennarbe durch künstliche Wasserhebung ist in solchen anhaltenden Trocknis-Perioden die Sicherung des zweiten Schnittes, sie ist aber bei starker Versalzung auf dem schweren, undurchlässigen Boden als bedenklich zu bezeichnen. Besonders sind es die plötzlichen hohen Steigerungen der Versalzung des Unstrutwassers, welche zu Mißständen führen können.

Die genannten Dürreperioden haben, wie im Jahre 1893, vielfach Futternot, ungenügende Ernährung des Viehs, starkes Abverkaufen zu Schleuderpreisen zur Folge, demgegenüber in anderen Jahren zu hohen Preisen wieder zugekauft werden muß. Es ergibt sich daraus, daß mit diesen Fragen nicht bloß Privatinteressen, sondern große öffentliche Interessen in unmittelbarer Beziehung stehen.

Betreffs der Berieselungsmöglichkeit der schweren Tonböden der Unstrut-Niederung waren von der Bezirks-Direktion zu Apolda Bewässerungsversuche zur Klärung der Frage vorgeschrieben und von der Kalifabrik zu Oldisleben zugesagt worden. Leider sind dieselben bis jetzt noch nicht in Angriff genommen worden. Man sollte derartige Versuche bei den schwersten Niederungstonböden (z. B. an den Wiesen bei Reinsdorf) zur Ausführung bringen.

Der Wiesenlehm von Bendeleben und Rottleben ist bei weitem nicht von der gebundenen, stark tonigen Beschaffenheit als der Unstrut-Niederungsboden, er ist deshalb etwas durchlässiger als der letztere, und die Gefahr der Versalzung ist eine geringere. Bei dem flachen Abfalle dieses Wiesengeländes am rechten Ufer der Frankenhäuser Wipper, welche zur Berieselung benutzt wird, und bei der muldigen Lage unterhalb kann eine starke Versalzung diesem wirklich schönen Wiesenboden sehr

nachteilig werden. Die Kalifabrik Günthershall hat von der Fürstlichen Regierung zu Rudolstadt die Konzession erhalten, die Frankenhäuser Wipper bei Zahlung einer gewissen Summe an die Stadt Frankenhausen bis zu 72 Grad (vgl. S. 34) zu verhärten. Der Soolgraben nimmt von Frankenhausen aus das Wipperwasser nebst dem von der Frankenhäuser Saline abfallenden Salzwasser auf und führt es an Esperstedt und Ringleben vorbei nach Schönfeld zur Unstrut. Es wird angegeben, daß die Gemeinde Schönfeld auf Unstrut-Niederungsboden hier 30 Hektar Wiesen besitzt, welche auf dieses Wasser angewiesen sind. Auch bei Niedrigwasser, also bei geringer Verdünnung wird davon Gebrauch gemacht. Der schon erhebliche Mengen Kochsalz führende Soolgraben kann hier demnach durch starken Einlaß von Endlaugen von Günthershall her übermäßig versalzen werden.

Von besonderem Werte für die Beurteilung der Versalzungsfrage bei der Überstauung schwerer Bodenarten mit salzhaltigem Wasser ist die in der großen Ausdehnung von etwa 1250 Hektar vorhandene Salz-Wiesenflora am rechten Ufer des von Frankenhausen ausgehenden Soolgrabens. Wenn auch nicht ausgeschlossen ist, daß in dieser großen Niederung zwischen Oldisleben und Esperstedt Salz vom Untergrunde selbst abgegeben wird, so ist doch am rechten Abhange des bei Esperstedt vorbeifließenden Wasserlaufes nicht daran zu zweifeln, daß hier bei höherem Wasserstande stark verdünntes salzhaltiges Wasser über das Ufer getreten ist und durch Verdunstung auf dem schweren undurchlässigen Boden zur Versalzung des Bodens und zur Entstehung einer über weite Flächen ausgedehnten Salzflora Veranlassung gegeben hat. Es wurden daselbst außer manchen anderen nachstehende salzliebende Pflanzen gefunden:

Aster Tripolium, Plantago maritima, Triglochin maritimum, Glaux maritima, Spergularia salina.

Nach der Analyse von Dr. Krüger in Oldisleben enthielt das Überschwemmungswasser der Niederung

am 6. Februar 1908	143 mg Chlor im Liter
am 1. März 1908	156 „ „ „ „
am 10. März 1908	640 „ „ „ „

In den Lachen und Binnengräben wurden bis 1700 mg Chloride im Liter gefunden. Trotzdem bei Hochwasser nur verdünnte Salzlösungen auf das Gelände gelangen, haben sie doch auf dem muldigen Boden durch Verdunstung eine so große Konzentration erreicht.

Die Untersuchung des Bodens im bodenkundlichen Laboratorium der Kgl. Landwirtschaftlichen Hochschule ergab einen Chlorgehalt von 0,237 %, berechnet auf Kochsalz zu 0,39 %, und in den oberen salzhaltigen Ausschwitzungen des Bodens einen Chlorgehalt von 0,95 %, berechnet auf Kochsalz zu 1,57 %.

Bei den Unstrutniederungswiesen handelt es sich großenteils ebenfalls um Überschwemmungswiesen und ist die Besorgnis vorhanden, daß, wenn jährlich das salzhaltige Flußwasser auch in verdünntem Zustande auf diese großen Flächen gelangt, dasselbe auf dem undurchlässigen Boden ebenfalls durch Verdunstung immer konzentrierter wird und wesentlichen Schaden tun kann. Ein Teil der Salze dient ja auch

Digitized by Google

als Pflanzennahrung, es ist indessen nur ein sehr kleiner Teil, die meisten Salze, wenn sie nicht durch Ablauf verloren gehen können, müssen sich naturgemäß im Laufe der Jahre mehr und mehr anhäufen, müssen die Verdichtung des Bodens vermehren und so zu einer Kalamität der Niederungswirtschaft werden. Es ist deshalb das dringende Verlangen der Bewohner, daß die Versalzung nicht übertrieben werde. Die Salzböden der Erde zeigen vielfach eine derartige Summierung kleinster Wirkungen, wie im Eingange angedeutet ist.

Es ist von Interesse, zu verfolgen, was die Gutachten, auch die im Interesse der Kaliindustrie veranlaßten, über diesen Punkt besagen. Meist werden hierfür die Berieselungsanlagen auf leichten und mehr sandigen Bodenarten als Beweismittel herangezogen, wie die Rieselfelder von Berlin, die Bewässerungsversuche mit Salzwasser in der Nähe des Piesbergs bei Osnabrück, die Eimerwiesen bei Gifhorn, die Wiesen bei Müden und Langlingen in der Aller- und Okergegend. Zum Teil sind hier anmoorige Sande vorhanden.

Die Bodenarten der genannten Berieselungsanlagen sind, wie dem Mitberichterstatter aus eigener Anschauung bekannt ist, aber in keiner Weise in Vergleich zu stellen mit den stark tonigen Bodenarten der Unstrutniederung. Und so sprechen sich die Gutachten meist mit einer gewissen Reserve und Vorsicht über die Benutzung salzhaltiger Rieselwässer auf schwerem Tonboden aus.

Die mit dem Wiesenboden von Artern angestellten Versuche über die Absorption von Magnesium aus verdünnten Lösungen von Magnesiumchlorid gegenüber den in Lösung gehenden Kalziumverbindungen (Anlage F) ergeben, wie rasch auch bei erheblichem Gehalte an kohlensaurem Kalke infolge wiederholter Behandlung die Bindung von Magnesium zurückgeht. Wenn eine äquivalente Menge von Kalziumverbindungen in Lösung geht, hat diese Magnesiumbindung praktisch auch kaum große Bedeutung.

14. Grenzzahlen für die höchstzulässige Versalzung des Wassers.

Bei der geschilderten Sachlage stößt es auf große Schwierigkeiten, eine bestimmte Grenzzahl für die zulässige Verhärtung in Wipper und Unstrut festzusetzen. Die stillschweigende Voraussetzung für die seitens der Konzessionsbehörden bisher gestattete Höhe der Versalzung war, daß der Abfluß der Endlaugen gleichmäßig erfolgt. Dies ließ sich aber bisher weder praktisch durchführen, noch auch kontrollieren. Bei einem ungleichmäßigen Einleiten der Endlaugen aber wird man immer zeitweise mit sehr hohen Härte- und Chlorzahlen zu rechnen haben, die mit verhältnismäßig niedrigen abwechseln. Die stoßweisen starken Versalzungen verursachen weit erheblichere Unannehmlichkeiten und Schädigungen, als eine gleichmäßige Versalzung mittlerer Höhe.

Für die Wipper ist gelegentlich der Verhandlungen, welche am 9. Mai 1902 zu Sondershausen zwischen den preußischen Ressorts und den Fürstlich Schwarzburgischen Regierungen zu Sondershausen und zu Rudolstadt geführt worden sind (vergl. S. 30) eine Verhärtung bis zu 45° im allgemeinen noch für zulässig und erträglich erachtet worden.

Der Bezirksausschuß zu Merseburg hat der Gewerkschaft Heldrungen II (Ober-Heldrungen) unter dem 10. Juni 1904 die Verhärtung des Unstrutwassers (einen

halben Kilometer unterhalb der Einmündungsstelle der Endlaugen) bis zu 37½° gestattet. Eine gleiche Konzession ist unter dem 18. Mai 1906 seitens des Bezirksausschusses zu Merseburg der Gewerkschaft Roßleben und unter dem 22. September 1907 seitens des Bezirksausschusses zu Erfurt dem Kaliwerke Sollstedt erteilt worden. Weshalb die zulässige Verhärtung gerade auf 37½° festgesetzt worden ist, ist den Berichterstattern nicht bekannt.

Seitens des Bezirksausschusses zu Erfurt ist ferner unter dem 22. September 1907 dem Kaliwerke Sollstedt die Konzession erteilt worden, die Helme und Zorge bis auf 45° zu verhärten; dicht vor ihrer Einmündung in die Unstrut soll dagegen nach der nämlichen Konzession die Härte des Wassers der großen und kleinen Helme 37½° nicht übersteigen. Seitens der Großherzoglich Sächsischen Regierung ist der Gewerkschaft Thüringen (Heygendorf) eine Verhärtung des Helmewassers bis zu 42—45° zugestanden worden. Man vergleiche nun die Grenzzahlen dieser Konzessionen mit den bei den Untersuchungen des Wassers der Wipper und Unstrut tatsächlich gefundenen Werten.

Aus den Untersuchungen des Hofrats Dr. Wagner (vergl. Tabelle 10) geht hervor, daß die Härte des Wipperwassers bei Seega in den letzten Zeiten fast niemals bis 45° heruntergeht, sondern diese Zahl vielfach erheblich überschreitet. Seitens des Gesundheitsamtes wurde in der Zeit vom 1.—5. Oktober 1908 in der Wipper bei Sachsenburg eine Härte zwischen 78 und 91 Graden gefunden[1]. Die im vorliegenden Gutachten aufgestellte Berechnung (s. Tabelle 9) hat ergeben, daß, selbst wenn der Ablauf der Endlaugen bei Sommer-Mittelwasser in der Wipper gleichmäßig wäre, die Grenzzahl von 45° schon erheblich überschritten werden müßte und zwar schon jetzt, wo die Konzessionen noch gar nicht völlig ausgenutzt sind.

Beinahe noch mehr tritt diese Unstimmigkeit zwischen der durch die einzelnen Konzessionen zugestandenen Verhärtungsgrenze und den tatsächlich obwaltenden Verhältnissen in die Erscheinung bei der Unstrut, welche unterhalb der Einmündung der Wipper, d. h. oberhalb des Einflusses der Endlaugen der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst" nach den Berechnungen in Tabelle 13 zurzeit an mehr als 150 Tagen im Jahre bereits über 37½° Härte besitzt.

Oberhalb der Wippermündung fand Immendorff (vgl. Gutachten Nr. 10) 1906 folgende Beschaffenheit des Unstrutwassers (abgerundete Zahlen).

Tabelle 34.

Datum	Unterpegel in Wendelstein	Chlor mg im l	Schwefelsäure (SO_3) mg im l	Kalk (CaO) mg im l	Magnesia (MgO) mg im l	Gesamthärtegrade
4. April	+ 2,48	35	239	219	56	30
12. „	+ 2,08	40	246	230	64	32
28. „	+ 1,72	52	290	261	69	36
3. Mai	+ 1,56	58	309	272	75	38
26. „	+ 1,90	46	351	292	75	40
7. Juli	+ 1,52	70	338	290	71	39
23. August	+ 1,20	84	365	313	75	42

[1]) Die von Immendorff in seinem Gutachten (Nr. 10) Seite 19 angegebenen Härtegrade im Wasser der Wipper bei Sachsenburg sind dagegen auffallend niedrig.

Digitized by Google

Hier wies also das von Kalifabrikabwässern noch völlig unberührte Unstrutwasser vielfach schon eine Härte auf, welche $37^1/_2{}^0$ überschritt. Auch die seitens des Gesundheitsamtes vom 5. bis 8. Oktober 1908 oberhalb der Wippermündung im Unstrutwasser festgestellten Härtegrade lagen oberhalb dieser Grenze (vergl. Anlage D).

Diese Angaben mögen zeigen, daß unter den vorliegenden Umständen die in den Konzessionen angegebenen Grenzwerte einen Anspruch auf praktische Bedeutung nicht mehr machen können. Es handelt sich also darum, wie weit, wenn der Betrieb der Kaliwerke aufrecht erhalten bleiben soll, die Grenze nach oben gerückt werden darf, ob überhaupt eine Grenzzahl angenommen werden soll und für welche Eigenschaft oder welchen chemischen Bestandteil des Wassers die Festsetzung einer solchen Grenzzahl tunlich erscheint.

Der Reichs-Gesundheitsrat stellt sich auf den Standpunkt, daß ein Heraufrücken der Grenzwerte über 45° Härte zulässig erscheint, wenn zugleich die Gewähr gegeben wird, daß die Ableitung der Endlaugen gleichmäßig und zwar jeweils im richtigen Verhältnis zur Wasserführung des Vorfluters geschieht, so daß auf diese Weise eine dauernde Versalzung mittlerer Höhe an Stelle einer zeitweise hochgradigen Versalzung tritt. Die Frage aber, wie hoch die Grenzwerte heraufgerückt werden dürfen, ist schwierig zu entscheiden. Da die schädlichen Wirkungen eines versalzenen Flußwassers sich auf verschiedene Gebiete erstrecken, so kann eine Grenzzahl, bei der alle diese Wirkungen gleichzeitig auf ein erträgliches Maß herabgemindert werden, überhaupt nicht angegeben werden. Wie in allen ähnlichen Fällen, so liegt auch hier die Schädlichkeitsschwelle nicht an einem scharf bezeichneten Punkt, sondern es findet ein allmählicher Übergang statt vom unschädlichen zum schädlichen.

In dem vom Reichs-Gesundheitsrat erstatteten Gutachten über den Einfluß der Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter, Oker und Aller hat man den Weg eingeschlagen, daß man eine Erhöhung der natürlichen Härte des Flußwassers um 30—35° als äußerstes Zugeständnis ansah und gleichzeitig eine Erhöhung des natürlichen Chlorgehalts um 350—400 mg zuließ.

Wollte man das gleiche Verfahren an der Wipper und Unstrut anwenden, so würde man bei der Wipper auf 20—40° (natürliche Härte) + 30—35° (Verhärtung durch Endlaugen) = 50—75° (höchstzulässige Verhärtung), bei der Unstrut auf 30—40° (natürliche Härte) + 30—35° (Verhärtung durch Endlaugen) = 60—75° (höchstzulässige Verhärtung) und auf einen Chlorgehalt von etwa 400—450 mg kommen. Diese Werte würden nicht unwesentlich höher sein, als die aus den jetzigen Konzessionsbedingungen sich ergebenden Zahlen. Rechnet man nämlich die Wasserführung der Wipper zwischen Sommer-Niedrig- und Sommer-Mittelwasser an ihrer Mündung zu 2,5—5 sek./cbm, und die Wasserführung der Unstrut unterhalb des Einflusses der Wipper unter den gleichen Verhältnissen zu 11—18 sek./cbm (s. Fig. 6), so folgt, daß die Wassermasse der Unstrut etwa durchschnittlich das vierfache der Wipperwassermenge beträgt. Rechnet man ferner mit einer ursprünglichen Gesamthärte des Unstrutwassers oberhalb der Wippermündung von 30—40° (s. Tabelle 11, 12, 34)

Digitized by Google

und würde die Gesamthärte des Wipperwassers an seiner Mündung den Betrag von 45° nicht übersteigen, so würde das Mischwasser von Unstrut und Wipper oberhalb der Endlaugeneinleitung der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst" eine Härte von etwa 33—41° aufweisen müssen, wobei die unmittelbare künstliche Verhärtung des Unstrutwassers nicht berücksichtigt ist. Würde hierfür nach dem Vorgang an Schunter, Oker und Aller eine Erhöhung um 30—35° zugestanden, so ergäbe sich eine Gesamthärte des Unstrutwassers von 63—76°, während nach den Konzessionsbedingungen nur eine Gesamthärte von $37^{1}/_{2}$° zulässig sein soll.

Da man indessen ohne eine Grenzzahl praktisch nicht auskommen wird, so empfiehlt der Reichs-Gesundheitsrat, zunächst unterhalb des zurzeit letzten an der Unstrut gelegenen Kaliwerkes (Roßleben), also etwa bei Wendelstein, die maximale Verhärtung des Unstrutwassers auf 50 Härtegrade festzulegen. Außer dieser Grenzzahl für die Härte wird es sich empfehlen, auch eine Zahl für den zulässigen Gehalt des Wassers an Chloriden anzugeben. Mit der Festsetzung dieser Härte auf 50° wäre ein doppelter Vorteil verbunden:

Einerseits wird ein auf 50° durch Endlaugen von Kalifabriken verhärtetes Flußwasser, wenn man von seiner Verwendung zu Trinkzwecken für Menschen absieht, eine Verwendung, die im vorliegenden Fall schon aus anderen Gründen nicht in Betracht kommen kann, eine unmittelbare gesundheitsschädliche Wirkung auf Menschen und Tiere nicht auszuüben vermögen.

Auch vom landwirtschaftlichen Standpunkte aus wird man unter den gegebenen Flußwasserverhältnissen der Festsetzung einer oberen Grenze der Verhärtung des Unstrutwassers von 50° nicht entgegen sein können.

Allerdings müßte dabei vorausgesetzt werden, daß diese Grenzzahl auch für die untere Wipper bei Günthershall und die Kleine (Frankenhäuser) Wipper Gültigkeit hat; denn die landwirtschaftlichen Interessen der Bodenkultur sind nachgewiesenermaßen auch hier erheblich. Auch ist Rücksicht auf die Kleine Wipper schon deshalb geboten, weil die Versalzung dieses Wipperarms durch die Abflüsse der Saline in Frankenhausen wesentlich vermehrt wird. Eine Hauptentnahme von Unstrutwasser zu Berieselungszwecken findet in der Gegend von Bretleben statt; hinsichtlich der Versalzung des Unstrutwassers ist darauf also besondere Rücksicht zu nehmen.

Bevor die von der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst" zugesagten versuchsweisen Berieselungen auf schwerem Tonboden mit stark versalzenem Unstrutwasser noch nicht ausgeführt sind, bevor also die Zulässigkeit einer Verhärtung der Unstrut auf 60° durch längere einwandfreie Versuche noch nicht festgestellt ist, müssen sich die Berichterstatter dagegen aussprechen, daß das Unstrutwasser unterhalb Oldisleben bis auf 60° Gesamthärte verhärtet werde.

Die Höchstzahl für die Gesamthärte würde deshalb in der Unstrut zurzeit allgemein zu 50° anzunehmen sein.

Von einem solchen Wasser wird auch eine erhebliche Schädigung industrieller Interessen nicht zu erwarten sein.

Andererseits werden die Interessen der beteiligten Kaliindustrie nicht geschädigt, da nach den oben angeführten rechnerischen Unterlagen (vergl. Tab. 13

S. 49) die Industrie ohne Einschränkung ihrer derzeitigen Produktion mit dieser Härtegrenze auskommen kann, vorausgesetzt, daß für eine gleichmäßige und der jeweiligen Wasserführung des Vorfluters entsprechende Ableitung der Endlaugen Sorge getragen wird. Dies könnte in zweckmäßiger Weise durch Einrichtung eines entsprechenden Überwachungsdienstes und Einführung von Betriebsordnungen erreicht werden.

Die für die höchstzulässige Verhärtung der Unstrut vorgeschlagene Grenzzahl von 50 Härtegraden bildet zugleich die Grundlage für die Festsetzung der duldbaren Verhärtung des Wipperwassers. Seine zulässige künstliche Verhärtung wird einstweilen so zu regeln sein, daß sie bei Einmündung der Wipper in die Unstrut 50° nicht überschreitet. Eine endgültige Feststellung der Grenzzahl muß indessen vorbehalten bleiben, bis hinreichend genaue Messungen der Wasserführung der Wipper und der zugeführten Endlaugenmengen vorliegen. Dies würde eine der ersten Aufgaben der später zu besprechenden zentralen Überwachungs- und Untersuchungsstelle an der Unstrut und Wipper sein müssen.

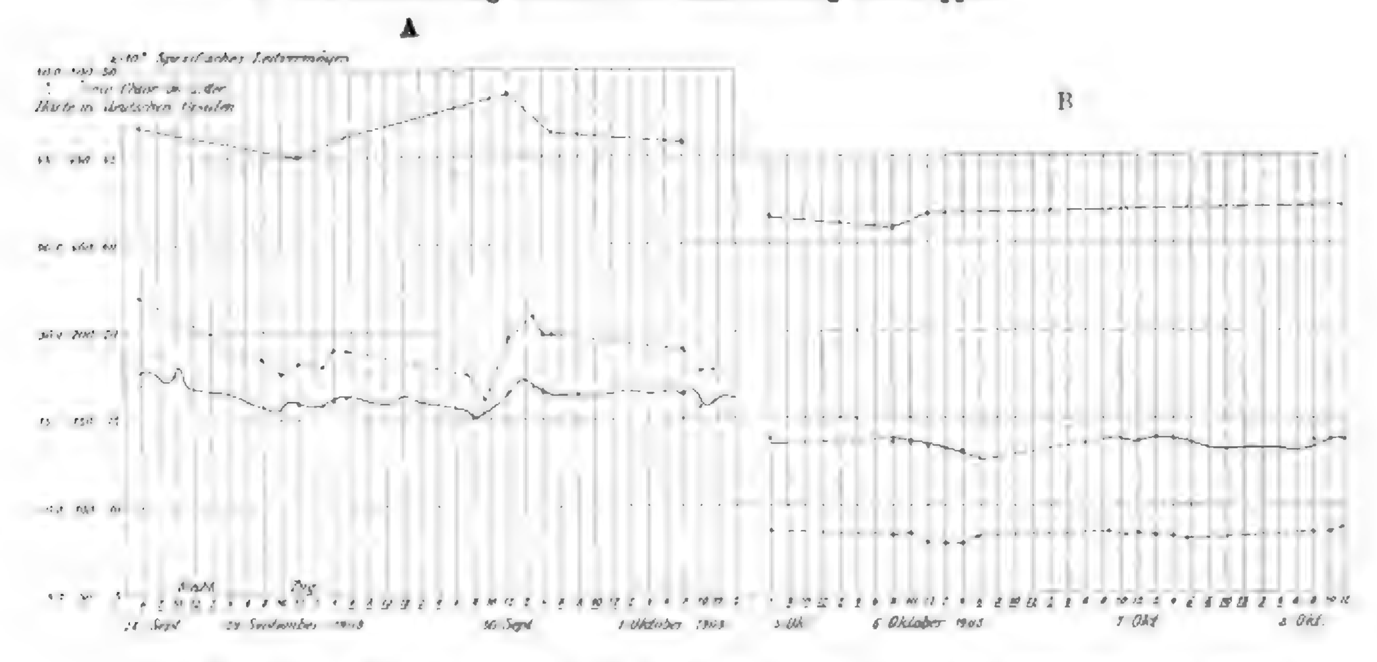
Nach Tabelle 36 (S. 95) entspricht unter den obwaltenden Verhältnissen an den beiden genannten Flüssen einer Verhärtung von 50° Gesamthärte eine Chlormenge von rund 300 mg im Liter.

15. Kontrolleinrichtungen.

Daß Unstrut- und Wipperwasser weit davon entfernt sind, eine einigermaßen gleichmäßige Versalzung zu zeigen, darüber kann nach dem Ergebnis der in der Zeit vom 28. September bis 12. Oktober an diesen Flüssen angestellten Untersuchungen kein Zweifel bestehen (vergl. Anlage D und die Figuren 8 und 9). Innerhalb dreier Tage

Fig. 8. Unstrut. (Daueruntersuchungen.)

A. bei Heldrungen unterhalb der Einmündung der Wipper,
B. bei Sachsenburg oberhalb der Einmündung der Wipper.



——— Spezifisches Leitvermögen bei 18° nach den Aufzeichnungen des Registrierapparates.
· · Desgl. mit Wechselstrom bestimmt.
-·-·-·- mg Chlor im Liter.
—·—·— Härte in deutschen Graden (cg CaO im Liter).

Fig. 9. Wipper. (Daueruntersuchungen.)

A. bei Sachsenburg (Unterlauf der Wipper).
B. bei Bernterode (Oberlauf der Wipper).

(Zu B: Die plötzliche Zunahme des Leitvermögens ist hervorgerufen durch Abwässer aus den am Sonnabend in Bernterode stattfindenden Hausreinigungen).

schwankte z. B. der Chlorgehalt im Wipperwasser bei Sachsenburg zwischen 553 und 1044 mg im Liter. Nur eine einzige Untersuchung während dieser drei Tage hätte daher gar kein Bild von den starken Schwankungen in der chemischen Zusammensetzung des Wipperwassers geben können; eine nur von Zeit zu Zeit nach Belieben zur Ausführung kommende Nachschau kann deswegen auch keine Unterlage bilden für eine Berechnung der zulässigen Verhärtung, wie sie vielfach in den Konzessionen (vgl. Seite 30—37) verlangt wird. Eine häufigere Probeentnahme, die vor allem auch während der Nachtstunden stattfinden müßte, durch behördlicherseits bestellte Sachverständige ist aus nahe liegenden Gründen so gut wie ausgeschlossen. Dieser Umstand hat schon gelegentlich der Beratung des Gutachtens des Reichs-Gesundheitsrats über den Einfluß der Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter, Oker und Aller zu der Anregung Anlaß gegeben, auf die Bedeutung selbstregistrierender Instrumente für die Kontrolle versalzener Flußläufe hinzuweisen und hierfür die Schwankungen des elektrischen Leitvermögens des Wassers zu empfehlen, welche durch den wechselnden Salzgehalt des Wassers verursacht werden. Die Durchführbarkeit einer Kontrolle nach dieser Methode begegnete allerdings Zweifeln. Tatsächlich waren erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden, um einen brauchbaren Apparat für diese Zwecke zu konstruieren. Inzwischen aber ist ein solcher Apparat im Hygienischen Laboratorium des Gesundheitsamtes mit Hilfe der Firma Siemens und Halske konstruiert worden. Eine Beschreibung davon ist in den „Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte" veröffentlicht[1]).

Die Aufzeichnungen des Apparates ergeben unmittelbar weder die Härte noch den Chlorgehalt des Wassers, sondern nur sein elektrisches Leitvermögen. Nunmehr erhebt sich die Frage, inwieweit aus der Leitfähigkeit auf die in Betracht kommenden Eigenschaften des Wassers geschlossen werden kann. Das Vermögen eines „Wassers", den elektrischen Strom zu leiten, rührt fast ausschließlich von den im Wasser gelösten Salzen her; der Wert der Leitfähigkeit steigt und fällt daher im allgemeinen mit dem Salzgehalt des Wassers. Somit wird sich jede irgendwie erhebliche, plötzliche oder allmähliche Veränderung des Salzgehaltes eines Wasserlaufes durch entsprechende Änderungen der am Registrierapparate abgelesenen Leitfähigkeitswerte kundgeben. Die von dem Apparat aufgezeichneten Kurven sind also in erster Linie Dokumente dafür, wann und in welcher Richtung Veränderungen des Salzgehaltes des Wassers stattgefunden haben.

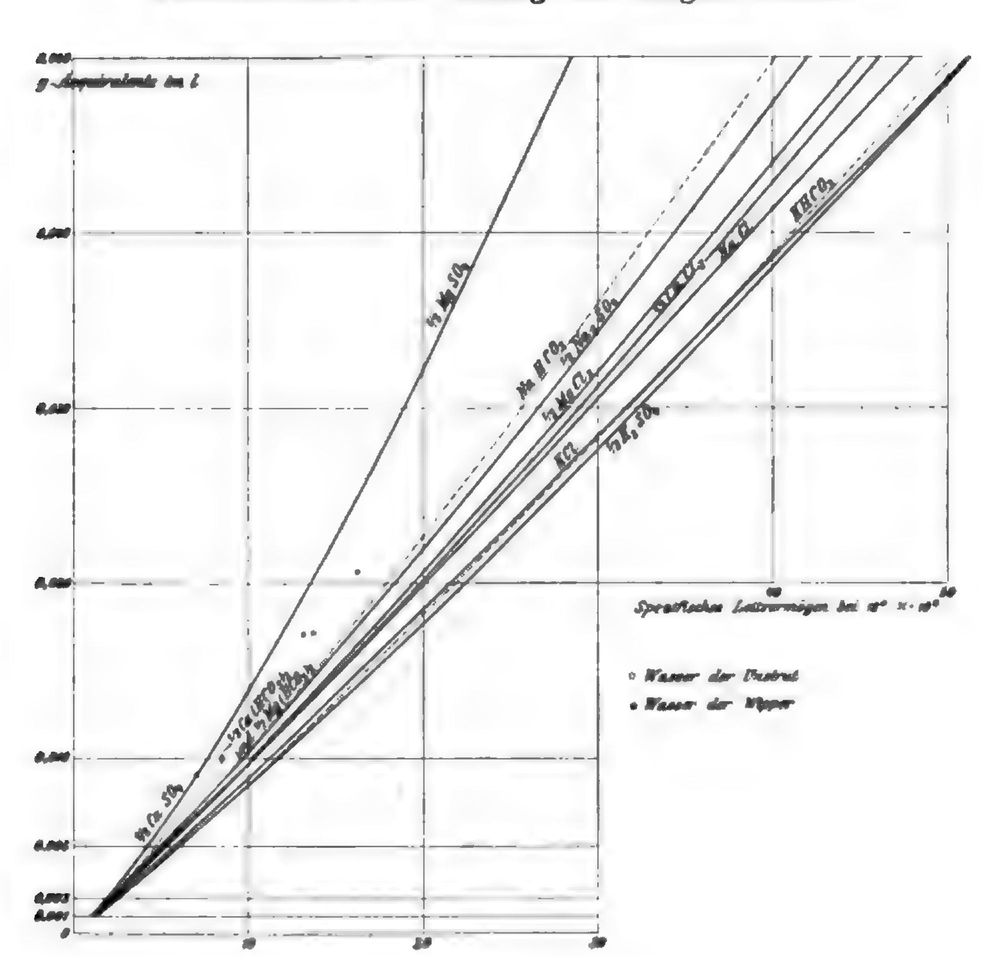
Es erhebt sich nun die weitere Frage, ob die Leitfähigkeit auch einen quantitativen Maßstab für die Menge der im Wasser gelösten Salze abgibt. Für wässerige Lösungen einzelner Salze ist diese Frage ohne weiteres zu bejahen. In Fig. 10 sind (nach den Tabellen von Kohlrausch und Holborn) für die wichtigsten in den fraglichen Wässern vorkommenden Salze, nämlich für die Chloride, Sulfate und Hydrokarbonate (Bikarbonate) von Natrium, Kalzium und Magnesium Kurven einge-

[1]) Spitta und Pleißner, Neue Hilfsmittel für die hygienische Beurteilung und Kontrolle von Wässern. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, 30. Band, Seite 463.

Pleißner, Über die Messung und Registrierung des elektrischen Leitvermögens von Wässern mit Hilfe von Gleichstrom, ebenda, Seite 483.

zeichnet, die erkennen lassen, wie bei jedem einzelnen dieser Salze das spezifische Leitvermögen von der Konzentration seiner Lösung (ausgedrückt in Grammäquivalenten im Liter) abhängt. Die schwache Krümmung dieser Kurven nach der Konzentrationsachse zu zeigt an, daß das Leitvermögen nicht genau proportional der Konzentration, sondern etwas langsamer als diese ansteigt. Die Erklärung für diese Beobachtung findet die herrschende Theorie darin, daß die Salze in den konzentrierteren Lösungen

Fig. 10. Die Abhängigkeit des spezifischen Leitvermögens von der Konzentration der Lösung bei einigen Salzen.



verhältnismäßig weniger in ihre, den elektrischen Strom leitenden Bestandteile, d. h. ihre Jonen, dissoziiert sind, als in den verdünnteren Lösungen. Auch zeigt die Figur, daß für die verschiedenen Salzlösungen bei äquivalenter Konzentration die Leitfähigkeit nicht zusammenfällt, so daß dasselbe Leitvermögen bei gutleitenden Salzen, wie Kaliumchlorid oder Kaliumsulfat, einer geringeren Konzentration entspricht als bei schlechter leitenden, wie Magnesiumsulfat. Das Leitvermögen von gemischten Salzlösungen, wie sie in den Flußwässern vorliegen, wird — ihrer Zusammensetzung entsprechend — mittleren Kurven folgen, da sich die einzelnen Salze in der Mischung gegenseitig nur verhältnismäßig wenig in ihrem Dissoziationsgrad und daher auch in ihrem Leitvermögen beeinflussen. Für einige aus der Unstrut und Wipper im Oktober 1907 und

Digitized by Google

im September und Oktober 1908 entnommenen Wasserproben sind die Gesamtsalzkonzentrationen als Grammäquivalente im Liter berechnet und an den dem gemessenen Leitvermögen dieser Proben entsprechenden Stellen in Fig. 10 als kleine Kreise und Punkte eingezeichnet worden; wie zu erwarten war, fallen diese Stellen zwischen die Kurven der einzelnen Salze, die in den Wässern enthalten sind.

Während nun für die Lösung eines einzelnen Salzes aus dem Leitvermögen die Zusammensetzung der Lösung mit Sicherheit berechnet werden kann, ist dies für gemischte Salzlösungen nicht eindeutig ausführbar. Denn Änderungen des Leitvermögens können bei solchen nicht nur durch gleichmäßige Verdünnung oder Konzentrierung der gesamten Lösung, sondern auch durch Zunahme oder Abnahme eines einzelnen oder mehrerer Bestandteile der Lösung im Verhältnis zu den übrigen verursacht werden. Ein Rückschluß aus dem Leitvermögen auf die einzelnen Bestandteile wird also nur dann möglich sein, wenn deren Mengenverhältnis sich nicht nach jeder denkbaren Richtung regellos verändern kann, sondern nur in bestimmter, einigermaßen gleichmäßiger Weise. Dies trifft aber gerade für den vorliegenden Fall zu. Die Wässer der fraglichen Flußläufe werden in ihrer Zusammensetzung einerseits durch den wechselnden Grad der Wasserführung (was alle gelösten Stoffe ziemlich gleichmäßig beeinflußt), andererseits durch den im wesentlichen nur seiner Menge, nicht aber seiner Art nach wechselnden Zufluß der Abwässer von Chlorkaliumfabriken verändert. Diese verhältnismäßig einfachen Bedingungen ermöglichen es, auf empirischem Wege Beziehungen zwischen den jeweiligen Werten des Leitvermögens und der hygienisch wichtigen Bestandteile des Wassers von Wipper und Unstrut zu ermitteln, Beziehungen, die natürlich nur so lange Geltung haben können, als die erwähnten Bedingungen keine wesentlichen Änderungen erfahren.

Als hygienisch wichtig sind im vorliegenden Falle, wo hauptsächlich der Grad der Versalzung in Frage steht, anzusehen:

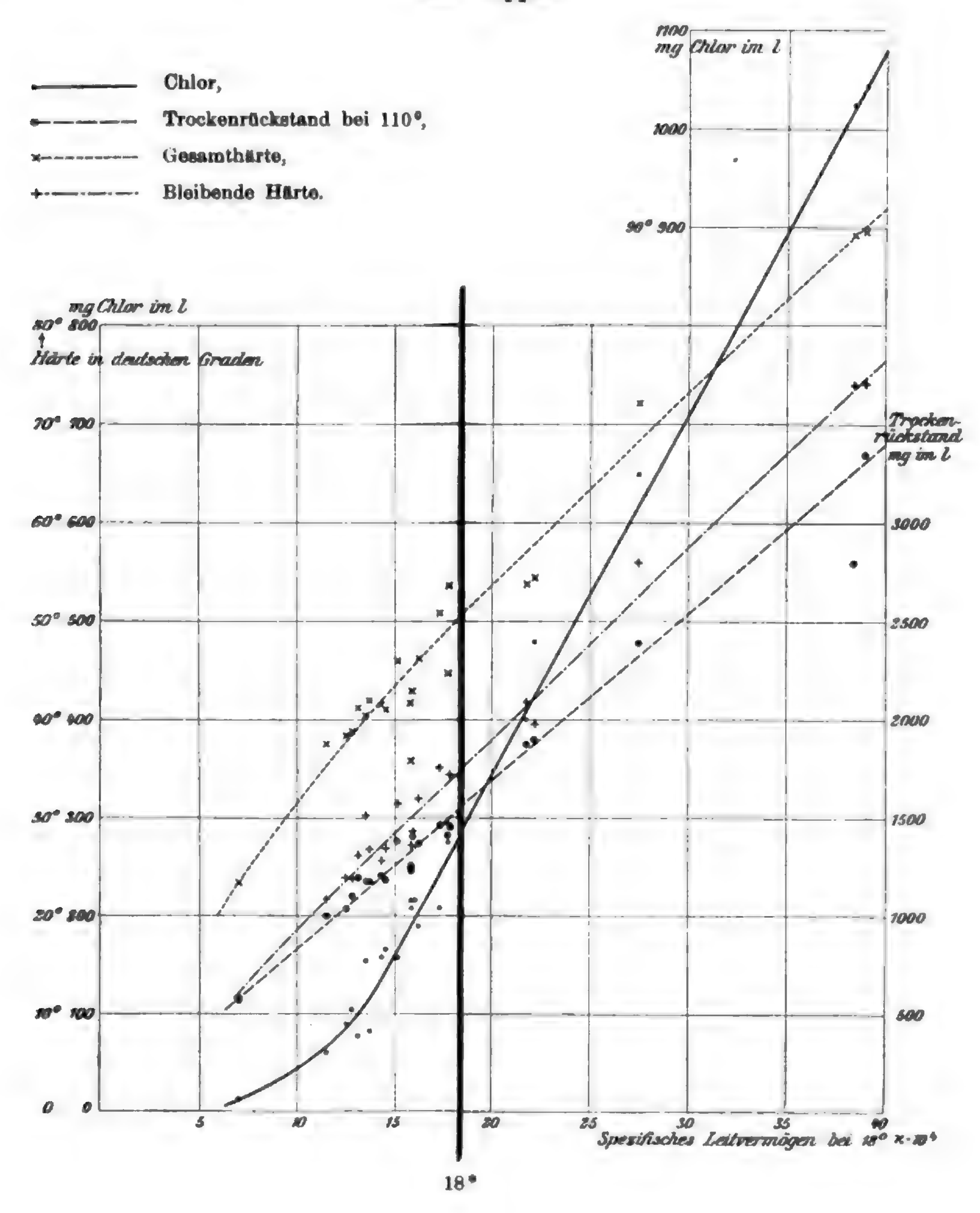
1. Der Trockenrückstand, der — nach bestimmten analytischen Vorschriften ermittelt — einen Maßstab für den Gesamtgehalt des Wassers an Salzen abgibt;

2. der Chlorgehalt, der der Menge der gelösten Chloride entspricht;

3. die Härte, wobei die sogen. bleibende Härte, die den Chloriden und Sulfaten von Kalzium und Magnesium entspricht, besonders interessiert, weil nur diese, nicht aber die die temporäre Härte bedingenden Karbonate den Abwässern der Chlorkaliumfabriken entstammen.

Es sind daher für eine größere Reihe zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Stellen entnommener Proben des Wassers von Unstrut und Wipper die Werte des elektrischen Leitvermögens sowie des Trockenrückstandes, des Chlorgehaltes und der Härte ermittelt und in Tabelle 35 niedergelegt worden. Die Ergebnisse sind in Fig. 11 so eingezeichnet worden, daß das Leitvermögen auf der horizontalen Achse, die übrigen Werte in geeigneten Maßstäben auf der vertikalen Achse aufgetragen und Kurven gezogen wurden, welche sich den Durchschnittswerten der einzelnen Messungen nach Möglichkeit anschmiegen.

Fig. 11. Die Abhängigkeit des spezifischen Leitvermögens von dem Chlorgehalt, dem Trockenrückstand und der Härte im Wasser der Unstrut und Wipper.



* Dieses spezifische Leitvermögen von $18 \cdot 10^{-4}$ entspricht, wie die Tafel zeigt, der in den Schlußsätzen festgelegten Gesamthärte von 50° und der entsprechenden Chlormenge von etwa 300 mg im Liter.

Tabelle 35. Bestimmungen von elektrischem Leitvermögen, Chlor, Rückstand und Härte im Wasser der Unstrut und Wipper, nach den Entnahmestellen geordnet.

Entnahmestelle	Untersucher	Datum	Spez. Leitvermögen bei 18° $\varkappa \cdot 10^4$	Chlor	Rückstand bei 110°	Härtegrade	
				mg im l		gesamt	bleibende
1	2	3	4	5	6	7	8
Wipper bei Bernterode	G.A.u.B.[1]	10. 10. 08	7,0	12	580	23,3	11,8
„ „ Sachsenburg	B.	22. 10. 07	21,8	400	1875	53,9	37,8
	B.	30. 6. 08	17,8	282	1458	53,6	34,4
	G.A.u.B.	4. 10. 08	39,0	1043	3349	89,5	74,2
	G.A.u.B.	4. 10. 08	38,4	1024	2793	89,3	74,0
Unstrut bei Sachsenburg vor der Einmündung der Wipper	G. A.	22. 10. 07	13,1	77	1194	41,2	26,1
	B.	22. 10. 07	—	77	1185	40,9	26,9
	B.	30. 6. 08	11,5	60	1000	37,5	21,7
	G. A. u. B.	7. 10. 08	13,7	83	1173	41,9	26,8
Unstrut bei Heldrungen nach Einmündung der Wipper	G. A.	22. 10. 07	15,1	158	1381	46,0	31,5
	B.	30. 6. 08	12,5	90	1036	38,4	23,9
	G. A. u. B.	29. 9. 08	16,2	189	1368	46,2	32,0
Unstrut unterhalb Bretleben	B.	22. 10. 07	17,3	208	1458	50,9	35,1
	B.	30. 6. 08	12,8	104	1098	38,9	23,8
Unstrut oberh. d. Einmündung des Ringlebener Baches	B.	30. 6. 08	14,3	158	1202	41,5	25,6
Unstrut oberh. Artern	B.	30. 6. 08	14,5	166	1180	41,0	26,9
Unstrut unterh. Artern bei Ritteburg	B.	23. 10. 07	27,5	649	2390	72,2	56,0
	B.	1. 7. 08	17,7	275	1410	44,7	29,4
Helme an ihrer Mündung	B.	23. 10. 07	15,8	208	1240	35,8	24,9
	B.	1. 7. 08	13,5	154	1174	40,0	30,2
Unstrut bei Schönewerda	B.	23. 10. 07	22,2	480	1900	54,4	39,6
Unstrut unterh. Roßleben	B.	1. 7. 08	15,8	215	1256	41,7	27,2
Unstrut bei Klein-Jena	B.	1. 7. 08	15,9	215	1406	43,0	28,6

Wenn einzelne Punkte nicht in die Kurven oder in ihre unmittelbare Nähe fallen, so zeigt dies, daß die Beziehungen zwischen dem elektrischen Leitvermögen und den betreffenden Eigenschaften keine mathematisch genauen sind; der geringe Grad der Abweichungen erlaubt jedoch für praktische Zwecke die Kurven als den Ausdruck dieser Beziehungen anzusehen. In diesem Sinne ist aus den Kurven die Tabelle 36 abgeleitet worden, die gestattet, für jeden Wert des elektrischen Leitvermögens die zugehörigen Werte von Trockenrückstand, Chlor und Härte abzulesen. Es geht aus dem Gesagten hervor, daß die Genauigkeit dieser Tabelle eine begrenzte, wenn auch für die vorliegenden Zwecke ausreichende ist, und daß sie nur für das Wasser der Unstrut und Wipper und nur so lange gilt, als die die Verunreinigung dieser Flüsse bedingenden Abwässer in ihrer Zusammensetzung keine wesentliche Änderung erfahren.

[1] G. A. = Gesundheitsamt, B. = Beckurts.

Digitized by Google

Tabelle 36. Ermittelung des Trockenrückstandes, des Chlorgehaltes und der Härte des Wassers der Unstrut und Wipper aus dem spezifischen Leitvermögen bei 18°.

Spez. Leitvermögen bei 18° $\varkappa \cdot 10^4$	Trockenrückstand bei 110°	Chlor	Gesamt-	Bleibende	Spez. Leitvermögen bei 18° $\varkappa \cdot 10^4$	Trockenrückstand bei 110°	Chlor	Gesamt-	Bleibende
	mg im l		Härte in deutschen Graden			mg im l		Härte in deutschen Graden	
					26	2210	564	65,4	49,6
6	510	8	20,2	10,0	27	2295	600	67,4	51,6
7	595	12	23,5	11,8	28	2380	636	69,3	53,5
8	680	21	26,1	14,3	29	2465	672	71,2	55,4
9	765	32	28,7	16,4	30	2550	718	73,2	57,5
10	850	44	31,5	18,5	31	2635	746	75,1	59,3
11	935	58	34,1	20,6	32	2720	782	77,0	61,3
12	1020	74	36,6	22,7	33	2805	818	79,0	63,3
13	1105	96	39,0	24,6	34	2890	856	81,0	65,2
14	1190	125	41,2	26,5	35	2975	893	82,7	67,1
15	1275	160	43,5	28,4	36	3060	930	84,7	69,0
16	1360	197	45,7	30,3	37	3145	967	86,5	70,9
17	1445	233	47,7	32,2	38	3230	1007	88,3	72,9
18	1530	270	49,7	34,1	39	3315	1023	90,2	74,8
19	1615	306	51,7	36,0	40	3400	1080	92,0	76,5
20	1700	342	53,6	37,9					
21	1785	380	55,7	39,8					
22	1870	416	57,5	41,8					
23	1955	453	59,4	43,7					
24	2040	491	61,5	45,7					
25	2125	527	63,4	47,6					

In dem öfter erwähnten Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats über den Einfluß der Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter, Oker und Aller[1]) wurde bemerkt, daß außer der Festlegung einer Härtegrenze auch die Festlegung einer Grenze für den Chlorgehalt angezeigt sei, da nur durch eine solche die Abwässer aus der Kieseritfabrikation und Sylvinitverarbeitung getroffen würden. Wenn auch im vorliegenden Fall zurzeit die Abwässer aus diesen Fabrikationsarten weniger in Frage kommen und eigentlich nur die Carnallitverarbeitung eine Rolle spielt, so mischen sich doch sonst so viel chlorhaltige Wässer der Vorflut bei, daß es angezeigt erscheint, auch darauf zu achten, daß ein gewisser Chlorgehalt im Wasser der Vorflut nicht überschritten wird. Geht man aber dazu über, das elektrische Leitvermögen als Maß der zulässigen Versalzung anzunehmen, so wird man den Grenzwert so wählen müssen, daß damit auch Chlorgehalt und Härte unterhalb der gewünschten Grenzzahlen bleiben. Gesetzt den Fall, man wählte als höchstes zulässiges, spezifisches Leitvermögen $23 \cdot 10^4$, so würde dies nach Figur 11 und Tabelle 36 etwa entsprechen: 1950 mg Trockenrückstand, 450 mg Chlor, 60° Gesamthärte, 44° bleibender Härte; mit einer Überschreitung des Leitvermögens von $18 \cdot 10^4$ [2]) würden ge-

[1]) A. a. O. Seite 331 (Seite 73 des Sonderabdrucks).
[2]) Vgl. die starke, senkrechte schwarze Linie in Fig. 11.

troffen werden Überschreitungen des Trockenrückstandes von 1530 mg, des Chlorgehaltes von 270 mg, der Gesamthärte von 50°, der bleibenden Härte von 34°.

Zur Kontrolle der Einhaltung der gewählten Grenze müßten dauernde Registrierungen des elektrischen Leitvermögens unterhalb jeder Fabrik mit stärkerer Carnallitverarbeitung, also auch unterhalb der neuen Fabrik in Oldisleben, mindestens aber an der Mündung der Wipper und Helme, sowie auch in der Unstrut unterhalb Roßleben vorgenommen werden. Damit allein wäre aber einer sachgemäßen Überwachung noch nicht Genüge getan. Die Registrierapparate sollen die chemische Kontrolle nicht ersetzen, sie sollen sie nur wirksam unterstützen und vor allem auch Fingerzeige geben, wann geeignete Proben zu entnehmen sind. Bei der chemischen Untersuchung der entnommenen Proben ist neben der Untersuchung auf Chloride und der Bestimmung des Trockenrückstandes das Hauptgewicht auf eine getrennte Bestimmung der Karbonathärte und der Mineralsäurehärte zu legen[1]). Die Untersuchungen sollten an allen Stellen nach der gleichen genau vereinbarten Methode ausgeführt werden. Über die Ausführung der Methode vergl. den Anhang. Der Wasserstand zurzeit der Probeentnahme sollte immer bekannt sein.

16. Maßnahmen zur Verbesserung der Zustände.

Die genaue Kenntnis der Schwankungen im Salzgehalt des Wipper- und Unstrutwassers, wie sie der vorstehend erörterte Registrierapparat vermittelt, in Verbindung mit den Aufzeichnungen selbstregistrierender Pegel an ausgemessenen Profilen zur Berechnung der jeweiligen Abflußmengen wird es möglich machen, die Ableitung der Endlaugen der einzelnen Fabriken genau zu regulieren und die durch die abgeleiteten Endlaugen verursachten Schädigungen auf ein möglichst geringes Maß hinabzudrücken. Etwaige Neukonzessionen würden zweckmäßig lediglich das Maximum der Endlaugenmenge von einem bestimmten spezifischen Gewicht anzugeben haben, welches jährlich abgelassen werden darf. Voraussetzung dafür wäre allerdings des weiteren:

1. Die Einrichtung von Apparaten, welche den Abfluß der Endlaugen automatisch regeln.
2. Die Schaffung guter Einrichtungen für Verteilung der Endlaugen, damit eine gründliche Durchmischung von Flußwasser und Endlaugen möglichst schnell eintritt.
3. Die Schaffung von Aufhaltebecken für die Endlaugen bei den einzelnen Fabriken.
4. Dauernde Verbindung der einzelnen Kaliwerke mit der notwendigen
5. zentralen Überwachungs- und Untersuchungsstelle.

Zu 1. Die Einrichtung von Apparaten, welche den Abfluß der Endlaugen automatisch regeln, ist von der größten Bedeutung für die Herabminderung der Unzuträglichkeiten, welche mit der Einleitung von Endlaugen der Kalifabriken in die

[1]) Bei der Beratung des Gutachtens im Reichs-Gesundheitsrate ist der Antrag gestellt worden, auch für den zulässigen Gehalt des Flußwassers an Schwefelsäure eine Grenzzahl aufzustellen (SO_4-Jon plus Chlor-Jon nicht über 700 mg im Liter). Dieser Antrag fand aber bei der Abstimmung keine Mehrheit.

öffentlichen Wasserläufe verbunden sind. Bei der in den verschiedenen Jahreszeiten wechselnden Wasserführung der Flüsse, welche noch durch die in diese eingebauten oft zahlreichen Stauvorrichtungen häufig beeinflußt wird, schwankt der Versalzungsgrad des Flußwassers sehr erheblich, wenn nicht die Einführung der Endlaugen der Wasserführung des Flußlaufs angepaßt wird. Sofern die Einführung der Endlaugen automatisch geregelt wird, sodaß die jeweils abfließende Laugenmenge zu der Wasserführung des Flusses in gleichem oder doch wenigstens annähernd gleichem Verhältnis steht, wird die Verdünnung der Endlaugen im Flußwasser ziemlich konstant sein. Die Benutzung solcher automatisch arbeitenden Abflußeinrichtungen bietet noch den weiteren Vorteil, daß der Flußlauf gegen widerrechtlich stattfindende stärkere Einleitungen von Endlaugen geschützt ist, wodurch Veränderungen des Flußwassers vermieden werden, welche, selbst wenn sie nur kurze Zeit anhalten, oft recht schädlich wirken können.

Die Abflußmenge einer Flüssigkeit hängt einmal ab von der Größe der Abflußöffnung und dann von der sogenannten Ausflußdruckhöhe. Um deshalb zu erreichen, daß ein der jeweiligen Wasserführung des Flußes verhältnismäßig gleicher Laugenabfluß stattfindet, muß die Ausflußöffnung in bestimmter Abhängigkeit mit den Flußwasserständen veränderlich, die Ausflußdruckhöhe aber unabhängig von denselben konstant sein.

Beide Bedingungen erfüllt der in Fig. 12 skizzierte, von Baurat Professor Dr. Ing. Hotopp (Hannover) konstruierte Abflußregulator, welcher den Abfluß der Endlaugen der Chlorkaliumfabriken der Gewerkschaften Asse und Hedwigsburg in die Oker (unterhalb Veltenhof) reguliert.

Um die Wirkung des Abflußregulators von dem je nach der Menge der abfließenden Laugen veränderlichem Drucke unabhängig zu machen, ergießt sich die Lauge aus der Druckleitung R zunächst in ein offenes aus Eisen hergestelltes Zwischengefäß K derart, daß der Spiegel der Lauge innerhalb desselben durch das mit dem Schwimmer S verbundene Ventil V auf annähernd gleicher Höhe gehalten wird. Schwimmer und Ventil sind durch den Hebel H so verbunden, daß, je nachdem der Laugenspiegel im Gefäß steigt oder fällt, die Zuflußöffnung sich verkleinert oder vergrößert. Die Zuflußöffnung ist gegenüber der Weite der Rohrleitung R stark reduziert, um Schwimmer und Zuflußventil in handlichen Abmessungen zu halten und das letztere bei etwaiger Störung seiner Verbindung mit dem Schwimmer unter der Wirkung des Gewichts G selbsttätig zum Schluß zu bringen. Vom Zwischengefäß K gelangt die Endlauge durch das mit einer durchlöcherten Haube versehene Verbindungsrohr R_1 in den eigentlichen Abflußregulator, der in dem eisernen Kasten K_1 untergebracht ist. Durch das mittels des Hebels H_1 mit dem Schwimmer S_1 verbundene Ventil V_1 erfolgt eine nahezu genaue Höheneinstellung des Laugenspiegels in K_1, sodaß die Lauge unter konstantem Druck durch das Ventil V_2 abfließt. Die Ausflußöffnung dieses Ventils ist in Form von vier nach unten allmählich enger werdenden Schlitzen in den Umfang des zylindrischen Ventilkegels V_2 eingearbeitet, wie aus Fig. 12 ersichtlich ist.

Der Ventilkegel V_2 ist durch Hebel H_2 mit dem Schwimmer S_2 verbunden. Dieser steigt und fällt mit dem jeweiligen Wasserstande des Flusses und bewegt den Ventilkegel V_2 in einer kreisförmigen Bodenöffnung des Kastens K_1 ab- und aufwärts. Die Größe der Ausflußöffnung ändert sich also in bestimmter Abhängigkeit von dem Wasserstande des Flusses. Für den Gebrauch ist die Form der Ausflußschlitze im Kegel V_2 so zu bestimmen, daß bei jedem Wasserstande im Flusse die entsprechende, d. h. die der zugelassenen Versalzung des Flußwassers entsprechende Laugenmenge zum Abfluß kommt. Bei tiefstem Wasserstande gelangt der Ventilkegel V_2 in seine

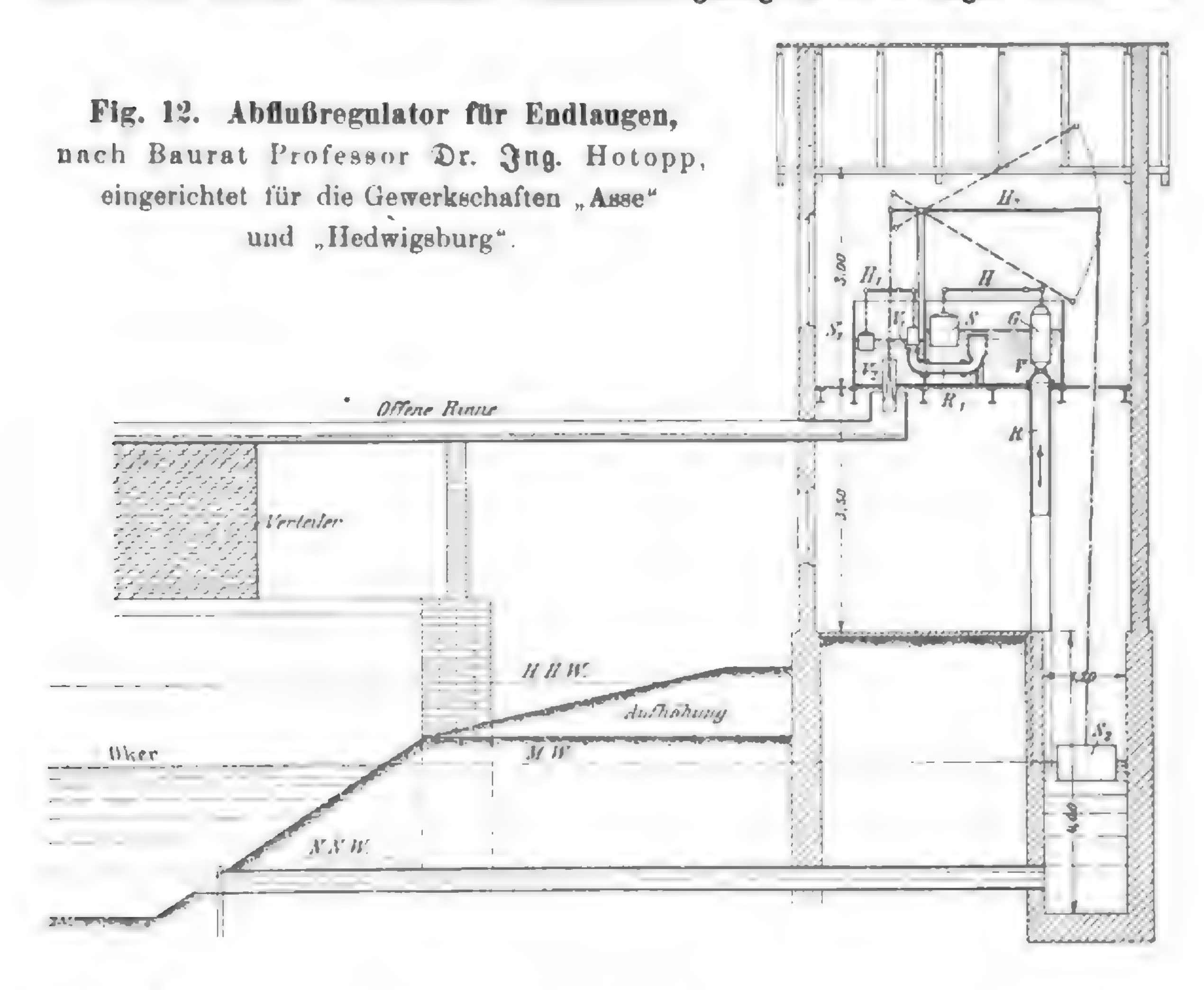


Fig. 12. Abflußregulator für Endlaugen,
nach Baurat Professor Dr. Ing. Hotopp,
eingerichtet für die Gewerkschaften „Asse"
und „Hedwigsburg".

höchste Stellung, in welcher die Ausflußschlitze sich ganz aus der kreisförmigen Öffnung herausheben, so daß der Ventilkegel mit seinem vollen kreisförmigen Querschnitt in der Öffnung steckt. Die Ausflußöffnung besteht dann nur noch aus dem Spielraum zwischen dem Ventilkörper und der ihn umschließenden Wandung der kreisförmigen Öffnung. Ein solcher Spielraum ist erforderlich, um dem Ventil V_2 jederzeit die erforderliche zwangslose Bewegung zu sichern und Klemmungen zu vermeiden. Dieser Spielraum muß so bemessen werden, daß er gerade für den Abfluß der beim kleinsten Wasserstande des Flußlaufs noch gestatteten Laugenmenge ausreicht. Die Endlauge fällt aus dem Kasten K_1 durch die Ausflußschlitze in einen Trichter, von welchem ein- oder mehrere Rohrableitungen abzweigen, welche die Endlaugen dem Flußlaufe unter- oder oberirdisch zuführen.

Digitized by Google

Die Anwendung eines solchen oder ähnlich konstruierten Abflußregulators setzt das Vorhandensein von Aufstaubassins voraus, in welchen die Endlaugen bei etwa nötig werdenden Reparaturen, wie auch diejenigen Mengen Endlaugen, welche jeweilig in den Flußlauf nicht gelangen können, aufgesammelt werden.

Zu 2. Was die Schaffung guter Verteilungseinrichtungen für die Endlaugen im Wasser der Wipper und Unstrut anlangt, damit eine gründliche Durchmischung von Endlaugen und Flußwasser eintritt, so genügt die einfache seitliche Einmündung der geschlossenen Rohrleitung in die Flußläufe nicht, da die gesammelten Erfahrungen lehren, daß dabei erst nach längerem Laufe des Flusses eine gleichmäßige Durchmischung des Flußwassers mit den Endlaugen erfolgt, und es daher vorkommen kann, daß noch mehrere Kilometer unterhalb der Einleitungsstelle eine ungleiche Verteilung besteht.

Bei der Wipper und auch bei der Unstrut, soweit diese nicht schiffbar ist, läßt sich eine gleichmäßige Verteilung der Endlaugen am einfachsten und sichersten dadurch erreichen, daß man über die ganze Breite des Flußlaufes eine am Ende geschlossene, mit Öffnungen versehene eiserne Röhre legt — eine an ihrer oberen Kante mit Einschnitten versehene Holzrinne dürfte die gleichen Dienste tun —, in welche die Endlaugenrohrleitung einmündet, wobei die Endlauge regenartig in das Flußwasser einfällt. Eine solche Vorrichtung hat sich bei Einleitung der Endlaugen der Chlorkaliumfabriken der Gewerkschaften Asse und Hedwigsburg in die Oker und Schunter durchaus bewährt, so daß schon wenige hundert Meter unterhalb der Einlaufstelle eine gleichmäßige Durchmischung der Endlaugen mit dem Flußwasser herbeigeführt wird. Es findet eine solche gleichmäßige und baldige Durchmischung bei Benutzung dieser Vorrichtung statt, auch wenn die Endlaugen ohne jede vorherige Verdünnung in den Flußlauf abgeleitet werden. Eine Verdünnung der Endlaugen ist daher nur dann erforderlich, wenn die Endlaugen durch ein seitlich in den Flußlauf geführtes Rohr dem Flußlaufe zugeführt werden, weil bei dieser Art der Zuführung eine gleichmäßige Verteilung der Laugen im Flußwasser auch auf längere Strecken nicht erreicht wird.

Die Fig. 13 zeigt die Vorrichtung, durch welche die Einleitung der Endlaugen der Gewerkschaften Asse und Hedwigsburg bei Veltenhof in die Oker erfolgt. Daß auf diesem Wege eine baldige und vollständige Durchmischung der Endlaugen mit dem Flußwasser eintritt, lehren folgende an der Oker und Schunter ausgeführte Versuche (Tabelle 37, S. 101).

Zu 3. Größere Sammelbecken zum Aufspeichern derjenigen Mengen von Endlaugen, welche bei niederem Wasserstande zeitweise nicht abgelassen werden können, bestehen bereits in einzelnen Fabriken, so z. B. in Bleicherode (2 Bassins zu je 1200 cbm Fassungsraum, welche imstande wären, die Carnallitendlaugen von 24 Tagen aufzuspeichern), ferner in Göllingen (3 Laugenbassins von zusammen 2500 cbm Fassungsraum, welche angeblich einen Monat lang die Laugen ansammeln könnten; Herstellungspreis 110000 Mark) und in Wolkramshausen.

Zu 4 und 5. Eine gleichmäßige Verteilung der Endlaugen auf das Wasser

der Vorflut, entsprechend ihrer jeweiligen Wasserführung[1]), ist nur möglich, wenn die Ableitung der Endlaugen sowohl zeitlich, als auch ihrer Menge nach von einer zentralen Stelle aus geregelt wird. Die Schaffung einer solchen Zentralstelle wäre daher zunächst in die Wege zu leiten. Die bisherige Kontrolle leidet an dem Mangel der Einheitlichkeit und wird außerdem stellenweise durch ungeeignetes (z. B. für Wolkramshausen s. S. 33) oder doch nur unzureichend ausgebildetes Personal (z. B. für Göllingen s. S. 26) ausgeführt. An der Wipper liegen allerdings die Kontrollen für

Fig. 13. Verteilungsapparat für Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken.

die Kaliwerke (mit Ausnahme von Bleicherode und Bernterode) bereits zusammen in den Händen eines Sachverständigen. Bei den nahen Beziehungen zwischen Wipper, Helme und Unstrut sollten diese drei Flüsse aber zu einem gemeinsamen Kontrollbezirk zusammengeschlossen werden.

Werden in der zentralen Überwachungsstelle Vorrichtungen angebracht, welche jederzeit einen völligen Überblick über die bestehenden Verhältnisse erlauben (elektrische Wasserstandsfernmelder, unmittelbare telephonische Verbindung mit den Werken,

[1]) Zwecks Regelung der Wasserführung dieser Flüsse könnte auch an die Errichtung von Talsperren und Stauweihern im Wipper- und Unstruttal gedacht werden, doch erscheinen im Hinblick auf die Bodenverhältnisse und die Kosten im vorliegenden Fall solche Maßnahmen schwer durchführbar.

Digitized by Google

Tabelle 37.

a) Schunter.

Der Gehalt an Chlor in 1000 ccm Schunterwasser betrug	Am linken Ufer		In der Mitte		Am rechten Ufer	
	an der Oberfläche	am Grunde	an der Oberfläche	am Grunde	an der Oberfläche	am Grunde
	mg im l		mg im l		mg im l	
100 m unterhalb des Einflusses der Endlaugen vom spez. Gew. 1,214	280	278	280	278	278	278
200 m unterhalb des Einflusses der Endlaugen vom spez. Gew. 1,214	272	272	272	272	272	272

Die Härte des Wassers betrug in allen 12 Wasserproben 36 deutsche Grade.

b) Oker.

I.

Der Gehalt an Chlor in 1000 ccm Okerwasser betrug	Am linken Ufer		In der Mitte			Am rechten Ufer	
	an der Oberfläche	am Grunde	an der Oberfläche	in mittlerer Tiefe	am Grunde	an der Oberfläche	am Grunde
	mg im l		mg im l			mg im l	
200 m unterhalb des Einflusses der Endlaugen vom spez. Gew. 1,235	444	444	444	444	444	444	444
400 m unterhalb des Einflusses der Endlaugen vom spez. Gew. 1,235	440	440	440	440	440	440	440

Die Härte des Wassers betrug bei allen 14 Wasserproben 38 deutsche Grade.

II.

200 m unterhalb des Einflusses der Endlaugen vom spez. Gew. 1,249	532	532	532	532	532	532	532
500 m unterhalb des Einflusses der Endlaugen vom spez. Gew. 1,249	532	532	532	532	532	532	532
2400 m unterhalb des Einflusses der Endlaugen vom spez. Gew. 1,249	528	528	528	528	528	528	528

Die Härte des Okerwassers betrug in allen 21 Wasserproben 39 deutsche Grade.

Registrierapparat für Pegelstände und Konzentration der Flußwässer u. dergl.), so wird sich eine Regelung der Abflußmengen von dort aus in befriedigender Weise ermöglichen lassen. Daneben wird man darauf hinzuwirken haben, daß die Hauptproduktionszeiten des Carnallits nach Möglichkeit auf diejenigen Jahreszeiten verlegt werden, in welchen die Vorfluter erfahrungsgemäß reichlich Wasser führen. Außerdem läge der Zentralstelle noch die Aufgabe ob, zu bestimmten Zeiten an geeigneten Kontrollstellen Wasserproben zu entnehmen und zu analysieren.

Von besonderer praktischer Wichtigkeit ist die Kontrolle der Innehaltung der zugelassenen Grenzzahlen durch die Zentralstelle. In den praktisch an der wirtschaft-

Digitized by Google

lichen Ausnutzung des Flußwassers interessierten Kreisen ist nichts so unangenehm, als plötzlich durch eine ganz andere Beschaffenheit des Wassers infolge sehr starker Überschreitung der Konzession überrascht zu werden, ohne vorher entsprechende Kenntnis davon zu erhalten.

Wer die Fabrikation kennt, weiß, daß dabei Unfälle vorkommen können, welche Schaden bringen. Sie sollten aber nicht verheimlicht werden, sondern offen zur Mitteilung gelangen, um berücksichtigt werden zu können. Solche Unfälle können ganz ohne Schuld der Fabriken vorkommen. Werden sie aber an eine Zentralstelle zur Bekanntmachung offen mitgeteilt, so fördern sie das Vertrauen in die normale Handhabung des Betriebs.

Gerade auf diese wirkliche Innehaltung der Konzession wird in den praktischen Interessentenkreisen der höchste Wert gelegt. Nichts würde das gegenseitige Vertrauen mehr fördern, als wenn die Ergebnisse der Registrierapparate und Analysen von bestimmten Stellen der Wasserläufe alsbald zur öffentlichen Kenntnis gebracht würden. Auf diese Weise würde sich bald ein gewisses Vertrauen in den beteiligten Interessentenkreisen einstellen, welches aus dem Bewußtsein der gegenseitig notwendigen Rücksichtnahme entspringt.

---

17. Schlußsätze.

Aus Anlaß einer Entscheidung des Bezirksausschusses des 2. Verwaltungsbezirks Apolda des Großherzogtums Sachsen vom 10. Januar 1907, nach welcher die Verhärtung des Wassers der Unstrut durch Endlaugen der Chlorkaliumfabrik der Gewerkschaft „Großherzog Wilhelm Ernst“ in Oldisleben bis auf 60° gestattet worden ist, wogegen preußischerseits mit der Begründung Einspruch erhoben wurde, daß eine Verhärtung des Wassers der Unstrut nur bis auf $37\frac{1}{2}°$ als zulässig zu erachten sei, ist der Reichs-Gesundheitsrat mit der Erstattung eines Gutachtens über die Frage beauftragt worden, inwieweit vom gesundheits- und veterinärpolizeilichen Standpunkt aus eine Versalzung der Unstrut geduldet werden könne. Im Anschluß an diesen Auftrag wurde auf Grund eines Ersuchens der Schwarzburg-Rudolstädtischen Regierung dem Reichs-Gesundheitsrat weiterhin aufgegeben, zugleich ein Gutachten abzugeben über die höchstzulässige Versalzung der Wipper, eines Nebenflusses der Unstrut, der gleichfalls durch Endlaugen von Chlorkaliumfabriken versalzen wird.

Der Reichs-Gesundheitsrat hat den Tatbestand geprüft und ist zu folgendem Ergebnis gelangt:

1. Der Wipper, der Unstrut und der zu dem gleichen Flußgebiet gehörenden Helme werden seit der Erschließung des Thüringischen Kalibergbaues die Endlaugen einer großen Anzahl von Chlorkaliumfabriken zugeführt. Diese Flüsse werden dadurch in einem nicht unbeträchtlichen Maße versalzen. Zurzeit kommen fast nur die Endlaugen der Verarbeitung von Carnallit in Betracht.

2. Wipper und Unstrut führen bei Sachsenburg (Mündung der Wipper in die Unstrut) an etwa 150 Tagen im Jahre eine Wassermenge, welche weniger als die Mittelsommerwassermenge (17,8 sek./cbm) beträgt.

Digitized by Google

Die ursprüngliche Gesamthärte des Wassers der Wipper vor Zutritt der ersten Kalifabrikabwässer beträgt etwa 20 bis 40°, von welchen etwa 10° durch Karbonathärte bedingt sind. Die ursprüngliche Gesamthärte des Wassers der Unstrut (oberhalb des Zutritts der Wipper und der Abflüsse von Kalifabriken) beträgt etwa 30 bis 40°, von welchen etwa 15° durch Karbonathärte bedingt sind. Die Werte schwanken je nach den Wasserständen.

3. Gegenwärtig bestehen und besitzen zum Teil Konzessionen zur Einleitung ihrer Endlaugen

in die Wipper

auf preußischem Gebiete die Kaliwerke:

Bernterode,

Sollstedt,

Bleicherode,

Wolkramshausen (Ludwigshall, Immenrode, Nordhäuser Kaliwerke),

im Fürstentum Schwarzburg-Sondershausen das Kaliwerk

Stockhausen („Glückauf"),

im Fürstentum Schwarzburg-Rudolstadt das Kaliwerk

Göllingen („Günthershall"),

in die Unstrut

a) Unmittelbar

auf Großherzoglich Sächsischem Gebiet das Kaliwerk

Oldisleben („Großherzog Wilhelm Ernst"),

auf preußischem Gebiet die Kaliwerke:

Sollstedt,

Heldrungen,

Roßleben.

b) Mittelbar durch die Helme

auf Großherzoglich Sächsischem Gebiet das Kaliwerk

Heygendorf („Thüringen"),

c) Mittelbar durch die Zorge und Helme

auf preußischem Gebiet das Kaliwerk

Sollstedt.

Andere Werke sind noch im Entstehen begriffen.

Die bisher von Preußen, Schwarzburg-Sondershausen und Schwarzburg Rudolstadt erteilten Konzessionen erlauben eine Verhärtung der Wipper bis 45°, der Unstrut bis $37^1/_2$°. Für die kleine oder Frankenhäuser Wipper bestimmt die erteilte Konzession, daß der Zuwachs zur natürlichen Härte 42° nicht übersteigen darf. Die von Sachsen-Weimar dem Kaliwerke „Thüringen" erteilte Konzession gestattet eine Verhärtung des Wassers der Helme auf 42 bis 45°. Die preußischerseits dem Kaliwerk Sollstedt erteilte Konzession zur Ableitung seiner Endlaugen in die Helme gesteht unterhalb der Einmündung dieser Endlaugen eine Verhärtung der Helme ebenfalls bis 45° zu, dagegen vor ihrem Einfluß in die Unstrut nur eine Verhärtung auf $37^1/_2$°.

Digitized by Google

4. Die tatsächliche Versalzung der Wipper durch die Abwässer der an diesem Flusse gelegenen Chlorkaliumfabriken ist sehr erheblich. Sie überschreitet gewöhnlich die durch die Konzessionen zugelassene Verhärtung bis zu 45° recht wesentlich. Zurzeit werden der Wipper täglich die Endlaugen aus der Verarbeitung von etwa 9000 Doppelzentnern Carnallit zugeführt. Bei völliger Ausnützung der Konzessionen würden die Endlaugen von etwa 18000 Doppelzentnern Carnallit zum Abfluß gelangen.

Auch bei der Unstrut überschreitet die Versalzung im unteren Lauf durchweg die in den Konzessionen erlaubte Verhärtungsgrenze; ja, die Unstrut weist bisweilen schon oberhalb des ersten an der Unstrut gelegenen Kaliwerkes (Oldisleben) eine höhere Verhärtung als $37^1/_2$°, wie sie durch die Konzessionen für die betreffenden preußischen Kaliwerke genehmigt ist, auf. Im Herbst 1908 wurden der Unstrut unmittelbar und durch Wipper und Helme täglich die Endlaugen aus der Verarbeitung von etwa 20000 Doppelzentnern Carnallit zugeführt. Bei völliger Ausnützung der Konzessionen würden die Endlaugen von etwa 46000 Doppelzentnern Carnallit zum Abfluß gelangen.

5. Die Belastung des Flußwassers mit Endlaugen aus der Chlorkaliumfabrikation hat für die Anlieger eines Flusses Nachteile im Gefolge, die um so erheblicher und unberechenbarer sind, je regelloser und stärker der Salzgehalt des Flußwassers schwankt. Diese Schwankungen des Salzgehaltes treten gegenwärtig bei Wipper und Unstrut, besonders aber an der Wipper in die Erscheinung.

Als Nachteile infolge der Belastung eines Flußlaufes mit Endlaugen der Chlorkaliumfabrikation sind nachfolgende in Betracht zu ziehen:

a) die Beeinträchtigung des Flußwassers als Trinkwasser,
b) die Beeinträchtigung des Flußwassers als Tränkwasser,
c) die Versalzung der Brunnenwässer,
d) die Beeinträchtigung des Flußwassers für hauswirtschaftliche Zwecke,
e) die Schädigung des Fischbestandes,
f) die Schädigung landwirtschaftlicher und gewerblicher Interessen,
g) die Herabsetzung des Selbstreinigungsvermögens des Flusses.

Soweit Wipper und Unstrut in Betracht kommen, sind diese Nachteile in folgender Weise zu beurteilen:

Zu a). Schon das mit Endlaugen auf 45° verhärtete Wipper- und Unstrutwasser ist als Trinkwasser seines Geschmackes wegen auf die Dauer kaum verwendbar. Sicher unverwendbar ist ein auf 60° durch Endlaugen verhärtetes Wipper- und Unstrutwasser. Dieser Umstand ist indessen um deswillen von geringerer Tragweite, weil ungereinigtes Wasser offener Flußläufe sich für Trinkzwecke nicht eignet. Die Anwohner der Wipper und Unstrut sind auf das Wasser dieser Flußläufe zur Deckung ihres Bedarfs an Trinkwasser auch nicht angewiesen. Wo dieses Wasser zu Trinkzwecken von den Anliegern oder der Schifferbevölkerung noch verwendet wird, sollte im Interesse der öffentlichen Gesundheit schleunige Abhilfe durch Beschaffung einwandfreien Wassers geschaffen werden.

Zu b). Als Tränkwasser für Tiere wird das Wasser von Wipper und Unstrut in ausgedehntem Maße benutzt. Bei Versuchen, die im Kaiserlichen Gesundheitsamte

ausgeführt worden sind, hat ein durch Zusatz von Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken um 60° verhärtetes Wasser nachteilige Einwirkungen auf Schafe, die bekanntlich für schädigende Einflüsse auf den Verdauungskanal besonders empfindlich sind, auch bei monatelanger Verabreichung des Wassers nicht erkennen lassen; dagegen traten bei einer Verhärtung des Tränkwassers um 600° Schädigungen der Versuchstiere in die Erscheinung.

Zu c). Es hat sich bei keinem der untersuchten Brunnen in der Nähe der Unstrut feststellen lassen, daß bei gewöhnlichen Flußwasserständen das Brunnenwasser durch den Eintritt des versalzenen Flußwassers in seiner Beschaffenheit beeinträchtigt wird. Bezüglich der Brunnen an der Wipper liegen besondere Klagen nicht vor.

Zu d). Ein durch Endlaugen aus Kalifabriken erheblich verhärtetes Flußwasser ist für hauswirtschaftliche Zwecke wenig brauchbar, zumal die durch solche Endlaugen bedingte Verhärtung fast ausschließlich aus Mineralsäurehärte besteht. Der Übelstand der starken Versalzung des Flußwassers ist in den in Frage stehenden Gegenden um so fühlbarer, als auch die natürlichen Brunnenwässer daselbst großenteils erhebliche Härtegrade aufweisen. In der Regel ist diese Härte aber zu 60 bis 70 % durch Karbonathärte bedingt, während in dem durch Endlaugen verhärteten Untrutwasser etwa 75 % der Härte aus Mineralsäurehärte bestehen. Die verminderte Brauchbarkeit des Wipper- und Unstrutwassers zur hauswirtschaftlichen Verwendung, im besonderen zu Reinigungszwecken, ist als der verhältnismäßig bedenklichste Übelstand vom gesundheitlichen Gesichtspunkte aus anzusehen.

Zu e). Der Fischbestand von Wipper und Unstrut ist nach glaubwürdigen Angaben in dauerndem Rückgang begriffen. Nach dem Ergebnisse bereits früher einmal angestellter experimenteller Untersuchungen der Königlich Bayerischen Biologischen Versuchsstation in München können die in der Wipper und Unstrut in der Regel vorhandenen Salzmengen, im besonderen das Chlormagnesium, zwar einen unmittelbar schädigenden Einfluß auf den Fischbestand nicht ausüben. Es erscheint indessen eine mittelbare Schädigung der Fische durch Verringerung ihrer Nahrung infolge der Beeinträchtigung der niederen Fauna des Flußwassers durch die Abwässer der Kalifabriken nicht ausgeschlossen, namentlich wenn der Grad der Versalzung häufig schwankt und die zugelassene Grenze erheblich übersteigt. Im letzteren Falle ist auch eine unmittelbare Schädigung des Fischbestandes zu befürchten.

Zu f). Schädigung der landwirtschaftlichen Kulturen in der Unstrutniederung durch Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken sind bisher zwar nicht beobachtet worden, doch ist bei den schweren undurchlässigen Tonböden, die hier vorkommen, die Besorgnis nicht abzulehnen, daß Schädigungen durch eine unregelmäßige oder unerlaubt hohe Versalzung der Unstrut und Wipper eintreten. Im landwirtschaftlichen Interesse ist es daher geboten, den Grad der Versalzung der genannten beiden Flüsse möglichst niedrig und gleichmäßig zu halten, um die mit großen Unkosten erzielten Erfolge der Melioration in der Unstrutniederung nicht im Laufe der Jahre in Frage zu stellen.

In dem Flußgebiet, auf das sich die bisherigen Untersuchungen erstreckt haben, wird zurzeit das Flußwasser zu gewerblichen Zwecken nicht in ausgedehntem

Umfange verwendet, so daß hier erhebliche Schädigungen der Industrie durch die Einleitung der Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken einstweilen nicht in Frage kommen. Ob und inwieweit solche am Unterlauf der Unstrut und noch weiter unterhalb (an der Saale) verursacht werden, ist nicht ermittelt worden.

Zu g) Wenn die Versalzung einen Grad erreicht, daß dadurch die niedere Tierwelt des Flußwassers zum Absterben gebracht wird, so wird damit auch die Selbstreinigung des Flusses herabgesetzt.

Eine scharfe Grenze für die Härte des Flußwassers, bei der, sobald sie überschritten wird, unmittelbar gesundheits- und veterinärpolizeiliche Interessen geschädigt werden, läßt sich nicht aufstellen. Die Versalzung der Wipper und Unstrut bedeutet in gesundheitlicher und wirtschaftlicher Beziehung eine Verschlechterung des Wassers. Da sie gänzlich aus Rücksichten auf die Kaliindustrie sich nicht wird vermeiden lassen, so muß zum mindesten danach gestrebt werden, die Verhärtung so niedrig wie nur immer möglich zu halten.

6. Eine Überschlagsberechnung, der die gegenwärtig zur Verarbeitung gelangenden Carnallitmengen zugrunde gelegt wurden, ergibt, daß es theoretisch möglich ist, unter der Voraussetzung eines gleichmäßigen, den wechselnden Flußwasserständen entsprechenden Abflusses der Endlaugen die Gesamthärte des Wipperwassers an der Mündung der Wipper bei Sachsenburg nicht über 42°, die Gesamthärte des Unstrutwassers bei Wendelstein, d. h. unterhalb der letzten gegenwärtig an der Unstrut gelegenen Kalifabrik nicht über 44° steigen zu lassen. Es würde alsdann anstelle der zeitweise hohen Verhärtung des Wipper- und Unstrutwassers eine dauernde mittlere Verhärtung treten. Da aber das theoretisch errechnete Minimum sich praktisch nicht ganz erreichen lassen wird, so ist ein Zuschlag, und zwar von etwa 5 bis 10° erforderlich. Man gelangt dann zu einer Verhärtungsgrenze bei Wipper und Unstrut von etwa 50°, welche unter den gegebenen Verhältnissen einer Chlormenge von rund 300 mg[1]) im Liter entspricht.

Diese Zahlen sollen indessen für die Wipper nur vorläufige sein.

Da die Wipper und Unstrut in bezug auf die vorliegende Frage als ein einheitlicher Flußlauf anzusehen sind, so wäre es das Gebotene gewesen, für beide Flüsse die Grenzzahlen von 50° Härte und 300 mg Chlor im Liter nur für eine einzige Stelle des gemeinsamen Flußlaufs, nämlich für eine Stelle unterhalb der letzten an der Unstrut gelegenen Kalifabrik festzusetzen und zu bestimmen, daß von dieser Stelle aus rückwärts das jeweils für die einzelnen in Betracht kommenden Stellen auch an der Wipper zulässige Mischungsverhältnis zwischen Endlaugenmenge und Flußwassermenge zu berechnen sei. Dies war jedoch mangels genauerer dazu erforderlicher Unterlagen hauptsächlich an der Wipper noch nicht möglich. Die Beschaffung derselben durch Messungen von Flußwasser- und Ablaugenmenge, sowie durch Unter-

---

[1]) Diese Zahl entspricht den tatsächlichen Verhältnissen, wie sie zurzeit der Erstattung des Gutachtens im Unstrut- und Wipperwasser vorlagen. Damals wurde von der im Gebiet dieser beiden Flußläufe belegenen Kaliindustrie ausschließlich Carnallit verarbeitet.

Bei der Unstrut ist die Einwirkung der sonstigen an diesem Flußlauf vorhandenen salzhaltigen Zuflüsse (z. B. Frankenhäuser Solgraben, Friedhofsquelle in Artern, Abflüsse der Saline Artern) auf den Chlorgehalt des Wassers in dieser Zahl berücksichtigt.

suchungen des Wassers müßte eine der ersten Aufgaben der in Aussicht genommenen zentralen Überwachungsstelle (s. unten 7c) bilden. Danach werden sich die endgültigen Grenzzahlen für die Wipper ergeben.

7. Damit die dauernde mittlere Versalzung von Wipper- und Unstrutwasser nicht überschritten wird, sind folgende Maßnahmen notwendig:

a) Einrichtung zweckmäßiger Verteilungsvorrichtungen und Ablaufsregler für die Endlaugen.

b) Schaffung von Aufhaltebecken von genügender Größe für die Endlaugen der einzelnen Fabriken.

c) Einrichtung einer zentralen Untersuchungs- und Überwachungsstelle für das Flußgebiet der Wipper, Helme und Unstrut, soweit Chlorkaliumfabriken in Frage kommen.

d) Dauernde Verständigung zwischen den Kaliwerken und der Überwachungsstelle zwecks Regelung des jeweils zulässigen Endlaugenabflusses nach Ort, Zeit und Menge.

e) Ergänzung der zurzeit üblichen zeitweiligen Kontrolle der chemischen Zusammensetzung des Wassers der Vorflut durch eine dauernde Kontrolle mittelst selbstregistrierender Apparate (z. B. eines Apparates zur selbsttätigen Registrierung des elektrischen Leitvermögens des Flußwassers).

f) Dauernde Kontrolle der Flußwasserstände (z. B. mit Hilfe von selbstregistrierenden Pegeln und dergleichen).

Bei Einführung der vorstehenden Maßnahmen empfiehlt es sich, in den Konzessionen künftig, anstatt die täglich erlaubte Verarbeitungsmenge von Carnallit zu bestimmen, die jährlich zugelassene Verarbeitungsmenge festzusetzen, ferner soll darauf hingewirkt werden, daß, soweit möglich, die Verarbeitung der Hauptmenge des Rohmaterials (des Carnallits) zu Zeiten größerer Wasserführung der Vorfluter erfolgt.

---

18. Anhang.

Untersuchungsmethoden.

Die Bestimmung der Härte des Wassers scheint nach den Erfahrungen der Berichterstatter immer noch mit Hilfe von Seifenlösung ausgeführt zu werden. Diese Bestimmung beruht bekanntlich auf der Umsetzung des fettsauren Kaliums der Seife mit den gelösten neutralen Salzen der Erdalkalimetalle und des Magnesiums, wobei diese Metalle als fettsaure Salze ausgeschieden werden und lösliche Salze der vorher mit ihnen vereinigten Säuren mit dem Kalium sich ergeben. Sobald die Zersetzung vollkommen und ein geringer Überschuß an Seifenlösung in der Flüssigkeit vorhanden ist, entsteht durch Schütteln ein Schaum, welcher längere Zeit nicht verschwindet. Abgesehen davon, daß Zeit und Stärke des Schüttelns von großem Einfluß auf die Schaumbildung sind, wirken auch die Salze der Erdalkalimetalle und des Magnesiums insofern verschieden auf Seifenlösung ein, als Kalziumsalze schneller wie Magnesiumsalze

zersetzt werden. Wenn letztere in größerer Menge vorhanden sind, so bilden sich leicht Krusten und Häutchen, welche die weitere und vollständige Zersetzung der Magnesiumverbindungen durch die Seife beeinflussen. Infolgedessen wird bei Bestimmung der Härte eines Flußwassers, welches die chlormagnesiumhaltigen Endlaugen der Carnallitverarbeitung enthält, mittelst Seifenlösung die Härte in der Regel erheblich zu niedrig gefunden. Solche Differenzen werden vermieden bei Benutzung der Wartha-Pfeiferschen Methode[1]), bei der man den Gehalt an Kalzium- und Magnesiumbikarbonat (die temporäre Härte) durch Titration mit $^1/_{10}$-Normal-Salzsäure und darauf in der gleichen Flüssigkeit die Gesamthärte durch Ausfällen der Erdalkalisalze mit einem Überschuß eines Gemisches von $^1/_{10}$ Normal-Natriumkarbonat- und $^1/_{10}$ Normal-Natriumhydroxydlösung und Rücktitration des Überschusses mit $^1/_{10}$ Normal-Salzsäure bestimmt. Die Differenz zwischen Gesamthärte und temporärer Härte ergibt die bleibende Härte.

Man verfährt zweckmäßig in der folgenden Weise:

100 ccm des zu untersuchenden Wassers werden nach Zusatz einiger Tropfen Alizarinlösung (1 : 500 Teilen 80%igen Alkohols) in der Siedehitze mit $^1/_{10}$ Normal-Salzsäure titriert, bis die zwiebelrote (bei Gegenwart von viel Magnesiumsalzen blaurote) Färbung in gelb umschlägt und auch nach anhaltendem Kochen die gelbe Färbung bestehen bleibt. Durch Multiplikation der Zahl der verbrauchten ccm $^1/_{10}$ Normal-Salzsäure mit 2,8 erhält man die temporäre Härte des Wassers in deutschen Härtegraden, da 1 ccm der $^1/_{10}$-Normal-Säure 2,8 mg Kalk (CaO) entspricht.

Darauf wird die vorstehend erhaltene Lösung mit einer abgemessenen Menge von gleichen Teilen $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge und $^1/_{10}$ Normal-Natriumkarbonatlösung versetzt, die doppelt so hoch zu wählen ist, als dem mutmaßlichen Gehalt des Wassers an Kalzium und Magnesium entspricht. Dann wird einige Minuten gekocht, abgekühlt und bei 15° auf 200 ccm aufgefüllt. In 100 ccm des Filtrats[2]) wird das überschüssige Alkali mit $^1/_{10}$ Normal-Salzsäure unter Zusatz von 2 Tropfen Methylorange (1 : 1000) zurückgemessen. Durch Multiplikation der Zahl der verbrauchten ccm $^1/_{10}$-Normal-Alkalilauge mit zweimal 2,8 erhält man die Gesamthärte des Wassers in deutschen Härtegraden. Aus der so gefundenen Gesamthärte ergibt sich durch Abzug der temporären Härte die bleibende Härte (Mineralsäurehärte).

Zur Fällung des Kalks bezw. der Magnesia braucht man nicht eine genau eingestellte $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge und $^1/_{10}$ Normal-Natriumkarbonatlösung zu verwenden, sondern es genügt eine Lösung von 7,5 g kristallisiertem Natriumkarbonat und 2,5 g Ätznatron in 1 Liter, deren alkalischer Wirkungswert vorher bestimmt worden ist. Bei Bestimmung der Härte in Flußwässern, welche größere Mengen von Endlaugen der Carnallitverarbeitung enthalten, also sehr hart sind, benutzt man zweckmäßig Lösungen, welche die doppelten Mengen Natriumkarbonat und Ätznatron enthalten,

---

[1]) Zeitschrift für angew. Chemie 1902, Seite 193.

[2]) Das Alizarin wird bei der Bestimmung der Gesamthärte durch das ausfallende Kalziumkarbonat mit niedergerissen, so daß das Filtrat farblos abfließt. Dies trifft aber nur dann zu, wenn man nicht zu viel Alizarin zugesetzt hat. Vor einem zu großen Zusatz muß man sich hüten, da ein Überschuß bei der späteren Titration mit Methylorange störend wirkt.

also annähernd $^1/_5$ normal sind, um bei der Titration nicht eine zu große Flüssigkeitsmenge zu bekommen.

Die Wartha-Pfeifersche Methode der Härtebestimmung in Wasser, welches Endlaugen der Chlorkaliumfabrikation aus Carnallit enthält, gibt befriedigende, mit den auf gewichtsanalytischem Wege (durch quantitative Bestimmungen von Kalzium und Magnesium) erhaltenen Zahlen genügend übereinstimmende Werte. Sie hat außerdem noch den Vorteil, daß die bleibende Härte (Mineralsäurehärte) neben der vorübergehenden Härte (Karbonathärte) genau bestimmt werden kann.

Es wurden z. B. die folgenden Werte erhalten

Gewichtsanalytisch bestimmt: Kalk (CaO)	Magnesia (MgO)	Daraus berechnete deutsche Härtegrade	Härtegrade nach Wartha-Pfeifer gefunden
in 100 000 Teilen Wasser			
15,45	25,51	51,16	50,90
14,44	46,67	79,77	81,40
15,00	23,61	48,00	48,26
14,85	39,22	69,90	70,95
16,52	19,49	43,90	44,50
8,06	4,82	14,80	15,12
16,46	23,77	49,70	51,34
8,51	3,34	13,20	13,50
16,91	3,77	22,30	22,50
9,18	7,25	19,33	20,00
16,56	3,70	21,74	22,44

Härte, aus dem gewichtsanalytisch gefundenen Gehalt an Kalk und Magnesia berechnet Härtegrade	Nach der Methode von Wartha-Pfeifer gefundene Härtegrade
47,03	48,16
50,60	50,20
40,30	41,32
32,44	33,02
39,59	38,92
50,80	50,20

Die Bestimmung des Chlors in den vorliegenden chlorreichen Flußwässern bietet keinerlei technische Schwierigkeiten, da die bekannte Methode nach Mohr durchaus sichere Resultate gibt.

Zur orientierenden Prüfung auf den Salzgehalt des Flußwassers hat sich auf den Reisen der Berichterstatter die Bestimmung des elektrischen Leitvermögens mit Wechselstrom nach Kohlrausch wohl bewährt. Der zu diesem Zweck besonders zusammengestellte Apparat[1]) ist verhältnismäßig leicht (ca. 9 kg) und widerstandsfähig, die Ausführung der Bestimmung selbst überaus einfach. Über die Verwertung der Ergebnisse der Untersuchung des elektrischen Leitvermögens zur Ermittelung des Salzgehaltes des betreffenden Wassers ist schon oben bei der Besprechung des registrierenden Apparates das Erforderliche mitgeteilt worden.

[1]) Vgl. Pleißner, Handlicher, tragbarer Apparat zur Messung des elektrischen Leitvermögens von Wässern, Abwässern und Salzlösungen an Ort und Stelle. „Wasser und Abwasser" 2. Bd. 1910, S. 249.

Digitized by Google

Anlage A.

Ergebnisse der Unstrutuntersuchung in der

Die Zuflüsse der Unstrut sind

Nummer der Probe	Zeit der Probeentnahme 1907	Entnahmestelle	Temperatur des Wassers Grade	Spez. Leitvermögen bei 18° × 10⁴ [1]	Farbe	Geruch	Reaktion	Härte (Deutsche Grade)		
								Berechnet aus Kalzium u. Magnesium	Karbonathärte	Bleibende Härte
1	22. Okt. 11^{00}	3,5 km von Oldisleben, Wassertümpel an der Straße Oldisleben-Esperstedt	11,2	18,2	Gelb	Geruchlos	Neutral	33,6	8,9	(24,7)
2	12^{30}	Projektierte Einleitungsstelle der Oldislebener Endlaugen in die Unstrut; Unstrutwasser	12	15,4	Farblos	„	„	46,5	14,4	(32,1)
3	12^{40}	Wasser des Brunnens der Oldislebener Chlorkaliumfabrik, 200 m vom Werk, 12 m von der Unstrut	11	17,8	„	„	„	26,3	16,8	(9,5)
4/5	1^{15}	Wasser der Unstrut, entnommen an der Oldislebener Brücke	11,2	15,1	„	„	„	46,0	14,5	(31,5)
6	1^{45}	Wasser der Wipper bei Sachsenburg, 30 m vor ihrer Mündung	11,5	21,9	Farblos	Geruchlos	Neutral	53,9	15,3	37,8
7 a 7 b	2^{30}	Wasser der Unstrut, entnommen oberhalb der Einmündung der Wipper	12 1 12,1	13,1	Farblos	Geruchlos	Neutral	41,4 41,0	15,1 15,7	26,9
8	3^{40}	Wasser der Unstrut an der Brücke bei Bretleben	13,0	16,2	„	„	„	50,9	15,9	35,1
9	4^{15}	Schachtwasser an der Einmündung der Helbrunger Endlaugenableitung	16,1	846,0	„	„	„			
10	5^{20}	Frankenhäuser Solgraben bei Artern	11,2	24,5	„	„	„	41,6	14,6	26,1
11	5^{50}	Ringlebener Kanal vor Eintritt in die Unstrut bei Artern	12,2	24,6	„	Nach H_2S	„	43,8	23,0	21,7
12	23. Okt. 8^{30}	Wasser aus der Friedhofsquelle bei Artern			„	Geruchl.	„	254,0	13,4	235,2

[1] Die gefundenen spezifischen Leitvermögen wurden mit dem Temperaturkoeffizienten 0,023 auf 18° umgerechnet.

[2] Der Sauerstoffverbrauch wurde in klar abgesetztem Wasser bei den Proben Nr. 1—5 nach 24 Stunden Ruhe, bei Nr. 7 nach 2 Stunden Ruhe bestimmt und zwar nach Kubel in 100 ccm Wasser bei 10 Minuten langem Kochen auf dem Drahtnetz.

A—D.

Zeit vom 22. bis 23. Oktober 1907.

durch Einrahmung gekennzeichnet.

1 Liter Wasser verbraucht mg Sauerstoff[2])	1 Liter Wasser enthält Milligramme											Untersucht von
	Kalium-Ion $K^{\cdot}$	Natrium-Ion $Na^{\cdot}$	Ammonium-Ion $NH_4^{\cdot}$[3])	Kalzium-Ion $Ca^{\cdot\cdot}$[4])	Magnesium-Ion $Mg^{\cdot\cdot}$[4])	Chlor-Ion Cl'	Sulfat-Ion SO_4''	Nitrit-Ion NO_2'[5])	Nitrat-Ion NO_3'[6])	Hydrokarbonat-Ion HCO_3'[7])	Rückstand bei 110°	
7,4			Spur	175	39,5	302	306			194	1418 Gelblich	G. A.
2,7			„	238	57,4	166	467		Vorhanden	314	1375 Weiß	„
1,4				130	35,1	312	214		„	366	1262 Weiß	„
2,9			Geringe Spur	230	59,8	158	465		„	316	1381 Weiß	„
2,8			0	240	86,9	400	470	0	Vorhanden	333	1875	B.
2,0	10,3	73	Vorhand.	228	40,9	77	454		Vorhand.	330	1194	G. A.
2,0			Spuren	225	41,7	77	450	0	„	342	1185	B.
1,6			Vorhanden	236	77,2	208	679	0	„	347	1458	B.
												G. A.
1,6			„	225	43,7	513	457	0	Vorhanden	317	1820	B.
5,0			1,0	232,8	48,0	548			„	500	1810	B.
			Vorhanden	1393	253,5	19 440	3662	0	0	293	39 760	B.

[3]) Vor der Zugabe des Neßlerschen Reagens wurde das Wasser mit Natriumhydroxyd und Natriumkarbonat behandelt.

[4]) Bei Probe Nr. 7a ist Kalzium und Magnesium in dem Trockenrückstand bestimmt worden.

[5]) Nachweis mit Phenylendiamin und verdünnter Schwefelsäure.

[6]) Nachweis mit Diphenylamin und konzentrierter Schwefelsäure.

[7]) Das Hydrokarbonat-Ion wurde aus der nach Wartha bestimmten Karbonathärte berechnet.

Nummer der Probe	Zeit der Probeentnahme 1907	Entnahmestelle	Temperatur des Wassers Grade	Spez. Leitvermögen bei 18° × 10⁴	Farbe	Geruch	Reaktion	Härte (Deutsche Grade)		
								Berechnet aus Kalzium u. Magnesium	Karbonathärte	Bleibende Härte
13	23. Okt. 9^{20}	Wasser aus der Unstrut an der Artener Schleuse, vor Abzweigung des Mühlgrabens			Farblos	Geruchlos	Neutral	39,3	14,0	
14	10^{00}	Mutterlauge der Saline Artern			"	"	"	168,6	14,1	151,0
15	10^{45}	Wasser der Unstrut unterhalb Artern, oberhalb Ritteburg	11,2	27,5	"	Nach H_2S	"	72,0	15,1	56,0
16	11^{10}	Gemeindebrunnen Ritteburg, 200 m von der Unstrut	11,0	17,4		Geruchlos				
17	11^{30}	Brunnen der Obermühle in Ritteburg, etwa 30 m von der Unstrut	11,2	14,3		"				
18	11^{50}	Wasser der Unstrut bei Ritteburg	12,3	26,6		"				
19	12^{10}	Wasser der Helme bei Kalbsrieth	11,0	15,8	Farblos	"	Neutral	35,8	11,0	24,9
20a	1^{00}	Wasser der Unstrut bei Schönewerda links (Oberfläche)	11,0	22,0		"				
20b		Desgl. rechts (Oberfläche)	11,0	22,0		"				
20c		Desgl. Mitte, aus der Tiefe	10,8	22,3		Nach H_2S			14,8	39,6
21		Brunnen bei Rudolf Koch in Schönewerda	12,7	20,5		Geruchl.				
22		Brunnen bei Meyer („Wasser-Meyer") in Schönewerda	12,5	20,9		"				
23	3^{15}	Wasser der Unstrut bei Nebra	11,0	21,8		"				
24		Wasser des Hauptbrunnens der Wasserleitung Nebra	10,5	6,3		"				
25	4^{00}	Brunnen in der Oberkrautstraße in Laucha	12,0	16,0		"				
26		Wasser der Unstrut bei Laucha	11,1	19,1		"				
27		Brunnen in der Unterkrautgasse in Laucha	12,0	22,1		"				

1 Liter Wasser verbraucht mg Sauerstoff	1 Liter Wasser enthält Milligramme Kalium-Ion K˙	Natrium-Ion Na˙	Ammonium-Ion NH_4˙	Kalzium-Ion Ca˙˙	Magnesium-Ion Mg˙˙	Chlor-Ion Cl′	Sulfat-Ion SO_4″	Nitrit-Ion NO_2′	Nitrat-Ion NO_3′	Hydrokarbonat-Ion HCO_3′	Rückstand bei 110°	Untersucht von
2,8			0	140	84,3	560	640	0	0	305	2140	B.
			Vorhanden	614	357,3	13 320	1341	0	0	308	25 600	B.
8,2			„	286	138,8	649	502	0	Vorhanden	330	2390	B.
												G. A.
												„
												„
6,7			Spuren	143	67,9	208	345	0	0	240	1240	B.
												G. A.
												„
			0	(205)	66,4	480	698	0	Vorhanden	323	1900	B
												G. A
												„
												„
												„
												„
												„
												„

Digitized by Google

Anlage B.

Ergebnisse der Wipperuntersuchung in der

Die Zuflüsse der Wipper sind

Nummer der Probe	Zeit der Probeentnahme 1908	Entnahmestelle	Temperatur des Wassers Grade	Spez. Leitvermögen bei 18° x · 10^4	Farbe	Geruch	Reaktion
1	2. Juni 9^{00}	Bernterode am Bahnhof unterhalb der Einmündung des Rhins in die Wipper	15,5	6,49			
2	9^{30}	Wipperbrücke nach Bernterode, oberhalb der Einmündung des Rhins	13,5	5,12	Farblos	Geruchlos	Neutral
3	9^{45}	Wasser des Rhins unterhalb der Einmündung der Abflüsse der deutschen Kaliwerke zu Bernterode	13,5	11,65	Farblos		Neutral
4		Ablauf der deutschen Kaliwerke zu Bernterode	19,5	49,5	(Zufluß z. Zt. unbedeutend)		
5	10^{00}	Wasser des Rhins an der „Weißen Mühle" oberhalb der Einmündung der Abflüsse der deutschen Kaliwerke	13,5	7,15	Farblos	Geruchlos	„
6	11^{00}	Wipperbrücke in Sollstedt	14,5	6,78			
7	11^{30}	Häusliches und industrielles Abwasser der Chlorkaliumfabrik Sollstedt, entnommen an der Einleitungsstelle in die Wipper, an der unteren Brücke in Sollstedt	16	123,5	(Zufluß z. Zt. nicht bedeutend) Klar	Geruchlos	Neutral
8	12^{00}	Wipper an der Chausee nach Halle unterhalb Sollstedt und der Einleitungsstelle der Sollstedter Abwässer	15	7,53			
9		Wasser des Auegrabens, eines offenen Entwässerungsgrabens der Chemischen Fabrik (Kaliwerk) Wolkramshausen	33	203,0	(Zufluß z. Zt. gering) Farblos	Geruchlos	Neutral
10	4^{00}	Wipperwasser, oberhalb der Einmündungsstelle der Chemischen Fabrik Wolkramshausen bei Klein-Furra	18,5	8,16			
11		Wipperwasser, 180 m unterhalb der Einmündungsstelle der Chemischen Fabrik Wolkramshausen	18,5	13,05	Klar	Geruchlos	Neutral
12	3. Juni 7^{40}	Wipperwasser, entnommen an der Porzellanfabrik bei Jecha unterhalb der Abwassereinleitungsstelle der Chlorkaliumfabrik „Glückauf"	17,5	11,20	Gelblich	Geruchlos	Neutral
13	8^{00}	Wipperwasser, entnommen an der Brücke in Berka	17,7	11,08	„	„	„
14	9^{00}	Wasser der kleinen Wipper, entnommen an der Brücke in Bendeleben	17,6	12,05	„	„	„
15	1^{00}	Wipperwasser, entn. an der Brücke in Seega	18	14,95	Mit gelbbraunem Niederschlag	Geruchlos	Neutral
16	4^{15}	Wipperwasser, entnommen an der Mühle von Ziecke, vor der Einmündung der Wipper in die Unstrut bei Sachsenburg	19,2	12,8		„	„

Zeit vom 1. bis 4. Juni 1908.

durch Einrahmung gekennzeichnet.

Härte (Deutsche Grade)			1 Liter Wasser enthält Milligramme									Untersucht von
Berechnet aus Kalzium und Magnesium	Karbonathärte	Bleibende Härte	Ammonium-Ion $NH_4^{\cdot}$	Kalzium-Ion $Ca^{\cdot\cdot}$	Magnesium-Ion $Mg^{\cdot\cdot}$	Chlor-Ion Cl'	Sulfat-Ion SO_4''	Nitrit-Ion NO_2'	Nitrat-Ion NO_3'	Hydrokarbonat-Ion HCO_3'	Rückstand bei 110°	
19,6	11,6	5,5	0	115	14,8	11,7	86	0	Vorhanden	252	436	B.
38,2	12,0	26,4	0	235	22,8	99	325	0	Vorhanden	262	998	B.
21,7	12,0	11,2	Spuren	141	12,9	15,6	220	0	„	262	608	B.
	10,6	17,9	0			42,5	120	0	Spuren	232	512	B.
77,8	13,4	65,4	Spuren	234	216	4776	448	Spuren	Spuren	298	9740	B.
	10,9	18,5	0			59	96	0	Spuren	238	641	B.
273,9	10,6	260,9	Reichliche Mengen	344	974	8520	599	Vorhanden		232	16145	B.
40,4	12,0	28,6	Spuren	147	85,8	220	122	0	Vorhanden	262	1188	B.
35,4	11,8	22,7	0	144	65,6	174	162	0	Vorhanden	256	1002	B.
38,7	11,5	27,2	0	173	62,6	170	171	0	„	250	1024	B.
37,2	12,0	25,2	Spuren	146	72,4	95	227	0	„	262	1073	B.
45,5	11,7	32,6	0	160	99,8	301	179	0	Vorhanden	256	1322	B.
38,8	12,6	25,2	0	170	64,8	188	236	0	„	273	1128	B.

Digitized by Google

Anlage C.

Ergebnisse der Unstrutuntersuchung in der

Die Zuflüsse der Unstrut und die Saale

Nr. der Probe	Zeit der Probeentnahme 1908	Entnahmestelle	Barometerstand mm	Temperatur der Luft Grade	Temperatur des Wassers Grade	Spez. Leitvermögen bei 18° x · 10⁴	Sichttiefe des Wassers in cm	Farbe	Geruch	Reaktion	Sauerstoff sofort bestimmt mg/l	Sauerstoff nach Stunden	Sauerstoff nach mg/l
1	30. 6. 8^{45}	Unstrut bei Sachsenburg, oberhalb des Einflusses der Wipper	755,7	—	18,5	11,5	20-30	zu trübe für Bestimmungen	ohne	neutral	7,98	51	6,71
2	9^{30}	Wipper vor Einmündung in die Unstrut	755,7	—	17,5	17,8	105		„	„	7,78	50	6,16
3	11^{00}	Unstrut, unterhalb der Oldislebener Brücke	756,8	21	18,0 18,0	12,5 12,5	20-30	zu trübe für Bestimmungen	„	„	8,08	49	6,77
		200 m unterhalb (Oberfläche) rechtes Ufer		der Einmündungsstelle der Oldislebener Abwässer. (70 cbm Endlauge soll die Gewerkschaft Oldisleben an diesem Tage eingeleitet haben)	18,5 18,5	12,4 12,4							
	12^{30}	weitere 200 m unterhalb (Oberfläche) links			18,5	12,4	25						
		weitere 400 m unterhalb (Tiefe) rechts			18,5	12,5							
		weitere Messungen des Leitvermögens wurden auf dem rechten Ufer in Intervallen von 200 zu 200 m vorgenommen			18,5 18,6	12,6 12,7							
		Oberh. des Dükers von Heldrungen			18,8	12,9							
		Unterh. „ „ „ „ rechtes Ufer			18,8	12,9							
		Desgl. linkes Ufer			18,8	12,9							
4	1^{40}	Unstrut, unterhalb des Bretlebener Wehrs, 100 m oberhalb der Einleitung von Heldrungen	757,2	—	19,2	12,8	30	„	„	„	7,66	46	6,82
5	2^{25}	Unstrut, oberhalb der Einmündung des Ringlebener Kanals und Frankenhausener Solgrabens	757,2	—	19,5	14,3	25	„	„	„	7,60	46	6,90
6	3^{00}	Unstrut, oberh. d. Arterner Schleuse	757,4	—	20,0	14,5	25	„	„	„	7,68	45	6,74
7	1. 7. 8^{00}	Unstrut bei Ritteburg, unterhalb d. Brücke, oberhalb der Einmündung der Helme	759,2	—	18,1	17,7	20	„	„	„	7,92	52	7,20
8	8^{30}	Helme, 50 m vor Einmündung in die Unstrut	759,4	—	17,6	13,5	30	„	„	„	7,83	52	6,91
8a		Unstrut, oberhalb der Schleuse und Brücke in Schönewerda			18,2	16,7							
9	10^{00}	Unstrut, unterhalb Roßleben (Mühlgraben wieder eingeleitet)	759,5	—	19,0	15,8	20	„	„	„	7,77	50	6,38
9a	11^{15}	Unstrut, bei Memleben			19,2	15,7							
9b		Unstrut, bei Nebra			20,0	15,7							
9c	3^{00}	Unstrut, oberh. Burgscheidungen			19,5	16,3							
9d	4^{00}	Unstrut, bei Laucha			19,5	16,1							
10	5^{30}	Unstrut, bei Klein-Jena vor Einmündung in die Saale	759,7	—	19,8	15,9	26	„	„	„	7,62	43	4,04
11	6^{00}	Saale, oberh. Einmünd. d. Unstrut	759,7	—	20,6	5,6	32	„	„	„	8,92	42	5,16
12	6^{30}	Saale, unterh. Einmünd. d. Unstrut			20,0	10,9	28	„	„	„	8,26	41	4,70

Zeit vom 30. Juni bis 1. Juli 1908.

sind durch Einrahmung gekennzeichnet.

Sauerstoffdefizit mg/l	Sauerstoffzehrung mg/l/Stunde	1 l Wasser verbraucht mg Sauerstoff: aufgeschüttelt	1 l Wasser verbraucht mg Sauerstoff: nach 48stündigem Absetzen	Keimzahl mikroskopisch pro ccm	Untersucht vom	Härte (Deutsche Grade): Berechnet aus Kalzium und Magnesium	Härte: Karbonathärte	Härte: Bleibende Härte	1 Liter Wasser enthält Milligramme: Ammonium Ion $NH_4^{\cdot}$	Kalzium Ion $Ca^{\cdot\cdot}$	Magnesium Ion $Mg^{\cdot\cdot}$	Chlor Ion Cl'	Sulfat Ion SO_4''	Nitrit Ion NO_2'	Nitrat Ion NO_3'	Hydrokarbonat Ion HCO_3'	Rückstand bei 110°	Untersucht von
1,29	0,025	3,7	2,8	32 700	Kaiserl. Gesundheitsamt	37,5	15,6	21,7	vorhanden	194	44,5	60	370	0	vorhanden	339	1000	B.
1,67	0,032	1,8	1,8	—	„	53,6	19,2	34,4	0	222	96,8	282	433	0	0	395	1458	B.
1,29	0,027	3,9	1,8	—	„	38,4	15,6	23,9	vorhanden	200	44,7	90	380	0	Spuren	339	1036	B
1,50	0,018	4,4	1,9	—	„	38,9	15,6	23,8	„	193	50,9	104	389	0	„	339	1098	„
1,51	0,015	4,2	1,8	—	„	41,5	15,6	25,6	„	193	61,5	158	353	0	„	339	1202	„
1,34	0,020	4,3	2,0	—	„	41,0	14,4	26,9	„	182	66,5	166	405	Spuren	vorhanden	314	1180	„
1,47	0,013	4,4	2,2	—	„	44,7	15,1	29,4	Spuren	202	70,5	275	410	0	„	328	1410	„
1,65	0,018	3,2	1,8	—	„	40,4	10,4	30,2	Spuren	182	64,3	154	366	Spuren	„	226	1174	B.
1,45	0,028	5,1	2,7	—	„	41,7	14,6	27,2	Spuren	182	65,2	215	400	0	„	317	1256	B
1,45	0,083	4,5	3,6	35 200	„	43,0	15,0	28,6	0	197	66,3	215	379	0	„	326	1406	„
0,01	0,089	12,2	10,8	—	„	14,7	8,7	6,7	Spuren	79	16,0	33	141	0	„	189	442	B.
0,78	0,087	8,4	7,3	—	„	28,0	11,1	17,4		133	40,6	132	250	0	0	253	874	„

Digitized by Google

Anlage D.

Ergebnisse der Untersuchungen an der Wipper und Unstrut

Zeit der Probeentnahme	Wetter	Barometerstand mm	Temperatur der Luft Grade	Temperatur des Wassers Grade	Spez. Leitvermögen bei 18° $x \cdot 10^4$	Registrierapparat I_2 Milliampère	Registrierapparat I_1 Milliampère	Registrierapparat $x \cdot 10^4$	Sichttiefe des Wassers in cm
Wasser der Unstrut, entnommen an der									
28. Sept. 5^{40}	Klar, Sonnenschein	756,7	20,0	12,9	17,00	64,0	180,0	17,70	
29. Sept. 7^{40}	Nebel	760,3	7,5	12,0	15,85	60,0	104,5	15,82	
10^{10}	Klar, Sonnenschein	760,1	13,8	12,2	15,62	59,5	103,5	15,79	
12^{00}	„ „	759,6	20,5	12,5	15,80	59,5	105,0	15,90	72
2^{45}	Schwül, bedeckter Himmel	760,0	18,0	12,4	15,69	59,5	104.5	15,83	
4^{00}	Bedeckter Himmel	760,0	17,5	12,4	16,03	59,5	106,0	16,12	
5^{30}	Regen	760,2	15,5	12,4	16,19	59,5	107,5	16,32	
30. Sept. 7^{35}	Trübe, bedeckter Himmel	761,8	13,5	12,4	15,52	59,5	102,0	15,46	
9^{30}	Nebel	762,0	15,7	12,5	15,39	59,5	101,5	15,32	
12^{00}	„	762,1	18,0	12,7	16,48	59,5	108,0	16,32	
2^{55}	Bedeckter Himmel, schwül	761,2	18,0	12,8	16,77	56,5	112,0	16,92	
4^{00}	„ „ „	761,2	17,5	12,8	16,49	59,5	110,5	16,70	
5^{00}	„ „ „	761,0	16,2	12,8	16,38	59,5	109,5	16,40	63
1. Oktob. 8^{00}	Starker Nebel	761,0	10,5	12,4	16,50	59,0	106,0	16,33	68
10^{00}	Nebel, Sonne	760,8	12,5	12,6	15,65	59,0	105,0	16,05	
11^{30}	Klar, Sonnenschein	760,5	18,0	12,8	15,95	59,0	105,0	15,98	
Wasser der Wipper, entnommen in									
1. Okt. 5^{30}	Klar, Sonnenschein	758,3	20,5	13,4	26,08	61,5	182,0	27,00	
2. Okt. 8^{15}	Starker Nebel	759,3	9,9	11,8	30,65				
10^{00}	Klar, Sonnenschein	759,0	15,7	12,2	30,88	59,0	190,5	31,20	
11^{35}	„ „	758,2	20,5	12,4	31,78	59,0	198,0	31,35	
2^{00}	„ „	757,8	24,2	13,1	31,94	59,0	200,0	32,30	
4^{00}	„ „	757,2	26,0	13,5	31,95	60,0	205,0	32,00	112
5^{30}	„ Sonnenuntergang	757,2	17,7	13,5	31,70	60,0	205,0	32,00	
3. Okt. 8^{00}	Nebel	760,0	9,5	12,0	29,15	59,0	179,0	29,45	
10^{00}	Sonnenschein	760,0	12,0	11,98	28,61	59,0	176,5	29,00	
11^{30}	„	759,5	20,0	12,25	29,15	58,5	181,0	30,00	140
2^{00}	„	758,2	24,0	13,1	30,10	59,5	190,0	30,15	
4^{00}	„	757,5	23,5	13,5	30,56	59,5	195,0	30,70	
5^{30}	Klar, wenig Bewölkung	757,6	19,0	13,5	30,81	59,0	197,5	31,50	
4. Okt. 8^{15}	Sonnenschein	757,6	8,6	11,7	39,04	59,0	232,0	39,35	131
10^{00}	„	758,0	14,0	11,85	38,65	59,0	230,0	38,90	
11^{30}	„	757,6	19,4	12,4	38,36	59,0	231,0	38,45	
5. Okt. 8^{00}	„	755,2	14,5	12,05	36,41	59,0	214,0	36,10	

Digitized by Google

in der Zeit vom 28. September bis 12. Oktober 1908.

Oldislebener Brücke (28. September bis 1. Oktober 1908).

Sauerstoff sofort bestimmt mg/l	Sauerstoff nach Stunden	Sauerstoff nach mg/l	Sauerstoffdefizit mg/l	Sauerstoffzehrung mg/l/Stunde	1 l Wasser verbraucht mg Sauerstoff: aufgeschüttelt	1 l Wasser verbraucht mg Sauerstoff: nach 48 stündigem Absetzen	Härte (Deutsche Grade) berechnet aus Kalzium und Magnesium	Kalium-Ion $K^{\cdot}$	Natrium-Ion $Na^{\cdot}$	Kalzium-Ion $Ca^{\cdot\cdot}$	Magnesium Ion $Mg^{\cdot\cdot}$	Chlor-Ion Cl'	Sulfat-Ion SO_4''	Hydrokarbonat-Ion HCO_3'	Rückstand bei 110°	Probe entnommen: biologische	Probe entnommen: bakteriologe
							46,7			209	76	220					
												185					
												176					
9,74	44	9,10	0,89	0,0145	2,7	2,6	45,0			222	61	182				1	1
												180					
												190					
							46,2	42	66	220	67	189	496	310	1368		
												176					
												161					
							48,6			228	73	196					
												209					
												198					
9,38	63	8,73	1,17		2,8	2,6	46,4			218	69	198					1
9,51	50	8,75	1,15	0,0152	2,7	2,6	45,8			220	65	190					1
												178					
												178					

Sachsenburg (1. bis 5. Oktober 1908).

Sauerstoff sofort bestimmt mg/l	Sauerstoff nach Stunden	Sauerstoff nach mg/l	Sauerstoffdefizit mg/l	Sauerstoffzehrung mg/l/Stunde	1 l Wasser verbraucht mg Sauerstoff: aufgeschüttelt	1 l Wasser verbraucht mg Sauerstoff: nach 48 stündigem Absetzen	Härte (Deutsche Grade) berechnet aus Kalzium und Magnesium	Kalium-Ion $K^{\cdot}$	Natrium-Ion $Na^{\cdot}$	Kalzium-Ion $Ca^{\cdot\cdot}$	Magnesium Ion $Mg^{\cdot\cdot}$	Chlor-Ion Cl'	Sulfat-Ion SO_4''	Hydrokarbonat-Ion HCO_3'	Rückstand bei 110°	Probe entnommen: biologische	Probe entnommen: bakteriologe
												553					
							81,1			218	220	753					
												750					
												780					
												790					
10,88	41	10,32	Negativ	0,0136	3,7	3,7	91,0			269	232	789					1
												782					
												668					
												650					
9,23	48	8,86	1,46	0,0077	3,7	3,9	78,3			249	189	687				1	1
												714					
							80,4			265	188	712					
8,43	48	7,88	2,37	0,0114	3,8	4,0	89,5	104	273	252	235	1044	574	332	3349		1
												1034					
							89,3	126	253	261	229	1024	560	332	2795		
												934					

Digitized by Google

Zeit der Probeentnahme	Wetter	Barometerstand mm	Temperatur der Luft Grade	Temperatur des Wassers Grade	Spez. Leitvermögen bei 18° $\varkappa \cdot 10^4$	Registrierapparat I_2 Milliampère	Registrierapparat I_1 Milliampère	Registrierapparat $\varkappa \cdot 10^4$	Sichttiefe des Wassers in cm
	Wasser der Unstrut, oberhalb der Ein-								
5. Okt. 6^{00}	Klar, Sonnenuntergang	756,0	14,8	12,7	18,81	61,5	95	13,51	
6. Okt. 8^{00}	Sonnenschein	762,5	4,5	11,4	13,61	59,5	90	18,85	
10^{00}	"	762,2	10,5	11,8	18,54	59,5	89,5	18,70	
12^{00}	"	761,7	14,0	12,3	18,36	59,0	89,0	18,51	66
2^{00}	"	761,5	20,5	12,85	13,25	59,0	87,5	13,23	
4^{00}	"	761,4	15,5	12,45	18,19	59,0	86,0	12,96	
5^{30}	"	761,0	13,5	13,9	12,64	59,5	87,0	12,66	
7. Okt. 8^{30}	Nebel	761,0	6,2	10,7	13,85				
10^{30}	Sonnenschein	760,5	10,2	10,9	18,68	58,5	86,0	13,68	
12^{00}	"	759,5	16,4	11,3	13,67	59,0	88,0	13,73	
2^{00}	"	758,8	20,0	11,2	13,75	59,0	88,5	13,83	
4^{00}	"	758,2	17,2	11,2	18,78	59,0	88,5	13,83	
5^{30}	"	758,0	12,5	11,0	18,70	59,0	87,0	18,67	74
8. Okt. 8^{00}	"	759,7	5,0	9,3	18,79	59,0	82,5	18,50	
10^{00}	"	759,5	9,5	9,9	18,83	59,5	86,0	18,74	70
11^{30}	"	759,0	16,5	10,25	18,78	59,0	86,0	18,74	
	Wasser der Wipper, entnommen								
9. Okt. 4^{00}	Klar, Sonnenschein	743,6	22,0	10,3	6,91				Konnte wegen der Flachheit des Wassers nicht bestimmt werden
10. Okt. 8^{00}	Nebel	743,2	5,5	8,8	7,00				
10^{00}	Klar, Sonnenschein	743,2	14,0	9,2	6,94	60,0	45,0	6,88	
12^{00}	" "	742,0	20,5	10,6	6,80	60,0	45,5	6,70	
2^{00}	" "	741,5	20,6	9,9	6,97	60,0	46,0	6,90	
4^{00}	" "	741,0	20,0	9,95	7,00	60,0	46,0	6,90	
5^{30}	" "	741,0	19,5	10,0	7,04	60,0	46,0	6,90	
11. Okt. 8^{00}	Himmel bewölkt	746,0	13,0	10,1	6,98	59,0	46,0	6,98	
10^{00}	Trübe, regnerisch	748,0	13,5	10,1	7,00	59,0	46,0	7,00	
12^{00}	Sonnenschein	748,6	18,5	10,7	6,98	59,5	46,5	6,91	
12. Okt. 8^{00}	Nebel	749,0	11,2	9,4	7,04	59,0	(41,0)	(6,33)	
10^{00}	Sonnenschein	749,0	10,6	9,6	7,05	58,5	(39,5)	(6,12)	
	Wasser des Rhins, entnommen								
12. Okt. 8^{00}	Wie oben	749,0	11,2	8,3	14,48				

Digitized by Google

Sauerstoff			Sauerstoffdefizit mg/l	Sauerstoffzehrung mg/l/Stunde	1 l Wasser verbraucht mg Sauerstoff		Härte (Deutsche Grade) berechnet aus Kalzium und Magnesium	1 Liter Wasser enthält Milligramm								Probe entnommen	
sofort bestimmt mg/l	nach Stunden	nach mg/l			aufgeschüttelt	nach 48 stündigem Absetzen		Kalium-Ion K·	Natrium-Ion Na·	Kalzium-Ion Ca··	Magnesium-Ion Mg··	Chlor-Ion Cl'	Sulfat-Ion SO_4''	Hydrokarbonat-Ion HCO_3'	Rückstand bei 110°	biologische	bakteriologe
mündung der Wipper (5. bis 8. Oktober 1908).																	
							41,5			232	39	86					
							40,9			227	40	88					
												84					
9,35	46	8,95	1,35	0,0087	3,1	2,6	41,7			233	40	79					1
												78					
												78					
												82					
												85					
							41,9	11	46	232	41	83	453	329	1173		
												84					
												88					
												82					
9,60	64	9,02	1,38		3,0	2,5	42,0			234	40	81				1	1
												85					
9,81	48	8,75	1,47	0,0220	3,0	2,6				234	41	85					1
							42,1					87					
in Bernterode (9. bis 12. Oktober 1908).																	
							23,3			136	18	12					
9,55	45	8,55	1,29	0,022	2,8	2,2	23,7			139	18	11,5				1	1
							23,5			143	15	11,5					
9,42	70	8,35	1,65	0,0153	2,8	2,2	22,9	12	20	135	18	11,5	210	251	560		1
8,93	48	8,65	2,34	0,0058			23,3			137	18	11,5					1
in Bernterode (12. Oktober 1908).																	
							46,7			286	29	83					1

20. Anlagen E—F.

Anlage E.

Bodenuntersuchungen.

(Kalkbestimmung und mechanische Analyse nach Schlösing.)

Tonboden der Unstrut-Niederung von Artern bis Memleben.

Die Nummern 1—48 entsprechen Entnahmestellen, welche auf den gelegentlich der Beratung im Reichs-Gesundheitsrat ausgelegten Kartensektionen Artern, Wiehe und Ziegelroda angezeigt waren. Analytische Bestimmungen über den Gehalt an Kohlensäure bezw. Kalziumkarbonat, an Sand, Staub, Feinton und Eisen (argile) nach Schlösing.

Nr.	% Kohlensäure CO_2	% entspr. Kalziumkarbonat $CaCO_3$	% Sand (karbonatfrei)	% Staub (karbonatfrei)	% Feinton und Eisen (karbonatfrei) einschl. hygrosk. Wasser, Zeolithe und Humus
1	1,45	3,3	2,2	36,4	58,1
2	2,51	5,7	2,9	24,9	66,5
3	3,04	6,9	2,7	25,0	65,4
4	2,55	5,8	11,5	35,4	47,3
5	1,94	4,4	0,6	21,1	73,9
6	1,41	3,2	1,2	23,7	71,9
7	1,54	3,5	2,3	23,9	70,3
8	1,23	2,8	6,4	27,4	63,4
9	2,38	5,4	3,6	25,2	65,8
10	2,82	6,4	4,9	27,6	61,1
11	2,17	4,9	1,1	29,5	64,5
12	2,60	5,9	1,5	24,3	68,3
13	2,73	6,2	3,0	28,5	62,3
14	0,88	2,0	1,2	27,8	69,0
15	1,23	2,8	2,3	26,8	68,1
16	0,31	0,7	1,4	27,3	71,6
17	1,28	2,9	2,6	23,8	70,7
18	2,46	5,6	2,4	25,0	67,0
19	2,02	4,6	5,5	34,9	55,0
20	1,63	3,7	14,1	30,7	51,5
21	1,94	4,4	8,2	33,1	54,3
22	3,34	7,6	6,5	35,6	50,3
23	2,73	6,2	4,3	41,6	47,9
24	3,78	8,6	9,4	38,7	43,3
25	3,34	7,6	6,6	34,7	53,3
26	3,65	8,3	4,0	32,5	55,2
27	3,39	7,7	2,9	34,2	55,2
28	3,21	7,3	3,7	34,9	54,1
29	2,95	6,7	5,5	33,2	54,6
30	3,3	7,5	4,9	33,8	53,8
31	2,73	6,2	9,2	33,9	50,7
32	3,21	7,3	12,1	39,9	40,7
33	2,55	5,8	17,4	38,8	38,0
34	3,83	8,7	25,4	29,3	36,6
35	2,95	6,7	4,4	36,6	47,7
36	2,86	6,5	7,2	34,3	52,0
37	3,39	7,7	4,6	40,0	47,7
38	4,18	9,5	2,9	27,0	60,6

Nr.	% Kohlensäure CO_2	% entspr. Kalzium-karbonat $CaCO_3$	% Sand (karbonatfrei)	% Staub (karbonatfrei)	% Feinton und Eisen (karbonatfrei) einschl. hygrosk. Wasser, Zeolithe und Humus
39	3,92	8,9	11,1	34,9	45,1
40	2,77	6,3	12,1	37,2	44,4
41	2,99	6,8	6,2	32,2	54,8
42	4,80	10,9	11,4	34,8	42,9
43	4,44	10,1	5,6	30,2	54,1
44	3,48	7,9	6,5	32,6	53,0
45	3,48	7,9	11,0	31,4	49,7
46	1,23	2,8	14,4	28,0	54,8
47	11,75	26,7	9,3	22,0	42,0
48	4,40	10,0	22,7	27,1	35,5

Nr. 48 enthält außerdem noch 4,7 % über 1 mm (karbonatfrei).

Anlage F.

Bodenuntersuchungen.

(Einwirkung von Chlormagnesiumlösungen auf den Boden von Artern. Verschiedenes).

I. Untersuchung des Tonbodens von Artern (Aufschließung mit kochender Salzsäure).

Spez. Vol.: 100 g Boden nehmen einen Raum von 43,2 ccm ein.

a) 3,87	b) 3,81 %	Kohlensäure	CO_2	Durchschnitt	3,84 %
				entsprechend	4,71 % Kalk, CaO.
a) 0,133	b) 0,134 „	Phosphorsäure	P_2O_5,	Durchschnitt	0,1335 %
a) 4,94	b) 4,96 „	Kalk	CaO,	„	4,95 „
a) 1,39	b) 1,40 „	Magnesia	MgO	„	1,395 „
a) 0,545	b) 0,526 „	Kaliumoxyd	K_2O	„	0,536 „

Humusgehalt des Tonbodens von Artern (elementaranalytisch bestimmt).
a) 3,223 % b) 3,302 % Durchschnitt 3,262 %.

II. Untersuchung über die Einwirkung von 1 ‰ Chlormagnesium-Lösungen auf den Boden von Artern.

Für die folgenden Versuche wurden 100 g reinstes von Kahlbaum bezogenes Chlormagnesium, dessen qualitative Untersuchung die Abwesenheit fremder Bestandteile ergab, zu einem Liter gelöst. Je 100 ccm der 50fach verdünnten Lösung ergaben: a) 0,096835 b) 0,096587 c) 0,096587 g Chlormagnesium, $MgCl_2$, im Durchschnitt 0,09667 g, entspr. 10 g Chlormagnesium $MgCl_2$, in 206,9 ccm der ursprünglichen Lösung.

Diese Lösung wurde zu einer 1 ‰igen Lösung verdünnt und in einen Literkolben, welcher 25 g von dem Boden von Artern enthielt, bis zum Eichstrich gefüllt. Nach dreistündigem Schütteln und dem Absetzen der suspendierten Bestandteile wurden 750 ccm Lösung entnommen, und diese Operation noch fünfmal wiederholt. Da die

25 g Boden einen Raum von 10,8 ccm einnahmen, betrug das Flüssigkeitsvolumen nicht 1 Liter sondern nur 989,2 ccm, und blieben nach dem jedesmaligen Abhebern der 750 ccm 239,2 ccm der Lösung zurück. Bei der Berechnung der Lösung des Kalkes, CaO und der Absorption des Magnesiums Mg, wurde dies berücksichtigt.

Diese Untersuchung ergab folgendes:

In je 1 Liter der Lösung waren enthalten:

mg Kalk CaO	mg Magnesium Mg	entspr. mg Chlormagnesium $MgCl_2$
134,0	209,10	817,85
75,0	230,90	902,95
49,0	240,10	938,85
34,5	247,85	969,25
30,0	249,80	976,97
26,5	252,00	985,50

Hieraus ergeben sich für den gelösten Kalk CaO, und das absorbierte Magnesium Mg, folgende Zahlen.

Aus dem Boden gelöst: mg Kalk, CaO	Durch den Boden absorbiert: mg Magnesium Mg
132,55	46,08
42,14	13,40
30,53	9,53
22,40	4,04
21,42	3,94
19,03	2,26
268,07	79,25

III. Untersuchung des Feintons und Eisens (argile nach Schlösing) des Bodens Nr. 6 der Bodenprofilaufnahme von Kanalinspektor Breitenbach-Artern; (karbonatfrei).

a) Aufschließung mit heißer konzentrierter Salzsäure
   Eisenoxyd (Fe_2O_3) 5,65 %,
   Aluminiumoxyd (Al_2O_3) 11,35 %,
   Phosphorsäure (P_2O_5) 0,178 %,

b) Aufschließung mit Natriumkarbonat
   Eisenoxyd (Fe_2O_3) 5,841 %,
   Aluminiumoxyd (Al_2O_3) 21,997 %,
   Kieselsäure (SiO_2) 48,77 %.

IV. Salzgehalt des Tonbodens von Esperstedt (Salzflorawiesen).

Im oberen Tonboden gefunden
0,237 % Chlor, entspr. 0,391 % Chlornatrium.

In der oberflächlichen Salzausschwitzung gefunden
0,95 % Chlor, entspr. 1,57 % Chlornatrium.

Beitrag zur Frage, ob das dem tierischen Körper einverleibte Kupfer mit der Milch ausgeschieden wird.

Von

Dr. med. vet. C. Titze, Regierungsrat,
und
Dr. rer. nat. W. Wedemann, wissenschaftlichem Hilfsarbeiter
im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Zur Frage über die Wirkungen des Kupfers, insbesondere in Form von Verbindungen, wie sie in gekupferten Nahrungsmitteln (Konserven) vorkommen, auf den tierischen Organismus, über die Aufnahme des Kupfers in diesen Organismus und seine Ausscheidung sind im Kaiserlichen Gesundheitsamte schon im Jahre 1897 experimentelle Untersuchungen von Brandl (vergl. Bd. XIII S. 104 der Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte) an Hunden und Kaninchen angestellt worden. Eingehende Analysen auf ausgeschiedenes Kupfer im Vergleich zur eingeführten Menge, sowie der Verteilung des aufgenommenen Kupfers in den einzelnen Organen haben Unterlagen für die Beurteilung der Schicksale der mit der Nahrung aufgenommenen Kupferverbindungen gebracht.

Da unsere pflanzenfressenden Haustiere, die uns die Milch liefern, zuweilen mit Weinlaub gefüttert werden, das gegen die Peronospora mit Bordeauxbrühe besprengt worden ist, so soll nachstehend über Versuche an zwei Milchziegen berichtet werden, die Kupfersulfat teils mit besprengtem Weinlaub teils in Lösung aufgenommen haben. Es handelte sich darum, festzustellen, ob Kupfer mit der Milch ausgeschieden wird; ferner war zu prüfen, ob Gesundheitsstörungen bei den Tieren infolge der Verabreichung von Kupfersulfat auftreten.

Aus der Literatur waren dabei folgende Arbeiten zu beachten:

Baum und Seeliger (1) haben 1896 Untersuchungen an zwei Ziegen angestellt, von denen die eine in 130 Tagen 105 g, die andere in 83 Tagen 40,0 g Kupfervitriol in Dosen von 0,5—1,0 g täglich per os erhalten hatte, ohne Gesundheitsstörungen hiernach zu zeigen. Die Verfasser äußern sich auf Grund ihrer Untersuchungen dahin: „1. Daß das per os dem Verdauungskanal einverleibte Kupfer in der Regel nicht mit der Milch ausgeschieden wird, daß eine Ausscheidung mit der letzteren höchstens

zeitweise erfolgt, und daß in diesen Fällen das mit der Milch ausgeschiedene Kupfer nur in Spuren in letzterer vorhanden ist; nur ganz ausnahmsweise dürfte es in so großen Mengen vorhanden sein, daß es noch wägbar ist (in 400,0 g mindestens 0,0005 g CuO).

2. Die Milch der Tiere, welchen längere Zeit hindurch Kupfer per os verabreicht wird, entfaltet keine gesundheitsschädlichen Eigenschaften, wenn sie von anderen Tieren und selbst von Säuglingen sogar als ausschließliche Nahrung genossen wird.

3. Ob die längere Zeit andauernde Verabreichung von Kupfer einen nachteiligen Einfluß auf die Quantität der sezernierten Milch ausübt, konnten wir nicht mit Sicherheit feststellen; wir müssen aber aus unseren Beobachtungen jedoch den Wahrscheinlichkeitsschluß ziehen, daß das einverleibte Kupfer in geringem Grade nachteilig auf die Quantität der sezernierten Milch wirkt."

Wie Hertwig (2) angibt, konnte in der Milch von Kühen, denen ganz beträchtliche Mengen von Kupfersalzen einverleibt wurden, Kupfer nicht nachgewiesen werden.

Nach Mach (3) wurden Kühe mit Grünfutter, das mit Kupfersulfat bespritzt worden war, gefüttert; jede Kuh erhielt 0,2—2,0 g Kupfer pro die. Die Kühe blieben gesund, der Milchertrag blieb gleich. In der Milch fand sich nur 0,000027 g Kupfer im Liter. Das Kupfer gelangte durch den Darm zur Ausscheidung.

Weitere Fütterungsversuche (4), die an verschiedenen Orten der Schweiz mit Reblaub, das in den Weinbergen mit Kupferbrühen besprengt worden war, angestellt wurden, riefen bei Ochsen und Schweinen keinerlei Intoxikationen, ja nicht einmal leichte Gesundheitsstörungen hervor.

G. Lindner (5) bejaht in seinen Untersuchungen „Dürfen mit Kupferkalkbrühen bespritzte Rebtriebe an das Vieh verfüttert werden?" diese Frage. Kühe, die bis 8 g Kupfersulfat täglich bekamen, wurden in ihrer Gesundheit nicht geschädigt. Angaben über einen etwaigen Kupfergehalt der Milch dieser Kühe finden sich nicht.

Über die Giftwirkung des Kupfers äußert sich Tschirch (6) in seinem erschöpfenden Werke über „Das Kupfer vom Standpunkte der gerichtlichen Chemie, Toxikologie und Hygiene" zusammenfassend dahin, daß von den Kupferverbindungen bei Einführung per os nur verhältnismäßig geringe Mengen vom Blute aufgenommen würden und eine Intoxikation erst dann eintreten könne, wenn die erforderlichen Mengen in der Zirkulation sich anhäuften. Bei großen Dosen erfolge dies nur sehr selten, da sie erbrochen würden, bei ganz kleinen halte wohl meist die Abfuhr durch Galle und Harn der Zufuhr die Wage, gefährlich seien daher die mittleren, noch kein Erbrechen erzeugenden Dosen. Man könne das Kupfer nicht in dem Sinne als ein Gift ansehen, wie Blei, Antimon, Arsen, Quecksilber und Phosphor, die schwere, dauernde Schädigungen der Gesundheit erzeugen; das Kupfer sei kein schweres Gift. Daß Kupfersalze die Gesundheit zu schädigen vermögen, werde allgemein zugegeben, daß es eine chronische Kupfervergiftung gebe, fast allgemein geleugnet.

Ellenberger, Baum und Seeliger (7) haben die Frage nach dem Vorkommen einer chronischen Kupfervergiftung geprüft und halten es im Gegensatz zu anderen Forschern für erwiesen, daß eine durch gewisse Erscheinungen während des Lebens

Digitized by Google

und durch gewisse anatomische Organveränderungen und durch Kupferablagerung in die Organe gekennzeichnete chronische Kupfervergiftung vorkomme. Das Kupfer wirkt nach den genannten Autoren wesentlich auf die Leber, die Nieren und das Blut; das Hauptablagerungsorgan für Kupfer ist die Leber; die Ausscheidung aus dem Körper erfolgt besonders durch den Kot, weniger durch den Harn.

Schmiedeberg (8) sagt: „Eine der chronischen Bleivergiftung entsprechende chronische Kupfervergiftung ist nicht bekannt. Fast unübersehbar ist die Zahl der Fütterungsversuche mit Kupfersalzen an Tieren. Die Resultate sind im großen und ganzen in allen Fällen gleich gewesen. Das Kupfer schadete nicht, bis schließlich infolge einer allmählich zustande kommenden chronischen Ätzung des Verdauungskanals Abmagerung eintrat, und die Tiere schließlich an allgemeiner Schwäche zugrunde gingen".

Der Übergang anderer Schwermetalle in die Milch wird in folgenden Arbeiten besprochen:

Nach Baum und Seeliger (9) übersteigt der Gehalt der Milch an Blei, selbst nach längerer Behandlung der Kühe mit großen Dosen, 0,0009—0,002 % nicht und dieser Gehalt des Nahrungsmittels sei selbst für Säuglinge ohne Bedeutung. Dagegen wird Quecksilber, wogegen Rinder sehr empfindlich sind, leicht durch das Euter ausgeschieden (Jensen).

L. van Itallie (9) fand bei Untersuchungen über den Übergang von Heilmitteln in die Milch, daß diese im allgemeinen in der Milch nicht nachzuweisen sind; nur nach Verabreichung von Jodkalium gelang es ihm Spuren von Jod in der Milch zu finden. Arsen ließ sich erst nach fortgesetzter Gabe in Form von Fowlerscher Lösung in der Milch in Spuren auffinden. Auch Fluorescein trat nur in sehr geringer Menge in der Milch auf.

C. O. Jensen (10) erwähnt in seinem Grundriß der Milchkunde und Milchhygiene, daß Metalle, wie Eisen, Kupfer, Blei und Antimonverbindungen nur in sehr geringer Menge mit der Milch ausgeschieden werden, und daß selbst nach häufiger Anwendung solcher Stoffe der Milch von Milchkühen schädliche Eigenschaften nicht zugeschrieben werden können.

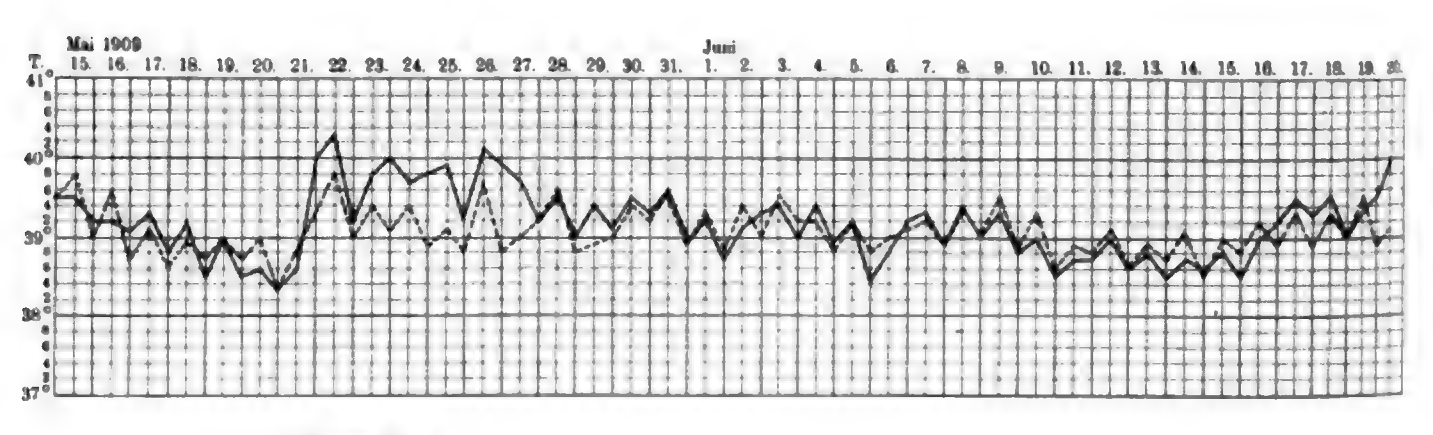
Ausführliche Angaben über die Ausscheidung von Arzneimitteln mit der Milch finden sich in einer Arbeit von E. Rost (11).

Eigene Versuche.

Am 12. Mai 1909 wurden zwei am Anfang der Laktationsperiode befindliche Ziegen eingestellt. Die zwei Jahre alten Tiere erhielten zunächst als Futter Heu nach Belieben und täglich 0,500 kg Roggenkleie bezw. Roggenschrot. Über die Gewichtszunahmen und die gelieferten Milchmengen bis zum Beginne des eigentlichen Versuchs am 21. Juni 1909 gibt Tabelle I Auskunft. Kurve I zeigt die Temperaturen, die morgens und abends aufgenommen wurden. (Die Temperaturen sind wiedergegeben, weil fortlaufende Aufzeichnungen hierüber bei Ziegen fehlen.)

Tabelle I.

Ziege Nr. I				Ziege Nr. II		Ziege Nr. I				Ziege Nr. II	
Datum		Körpergewicht in kg	Milchmenge in ccm	Körpergewicht in kg	Milchmenge in ccm	Datum		Körpergewicht in kg	Milchmenge in ccm	Körpergewicht in kg	Milchmenge in ccm
15. Mai	1909	15,0		18,0		8. Juni	morgens	—	680	—	550
26. „	morgens	—	50	—	510		abends	—	220	—	240
	abends	—	150	—	460	9. „	morgens	—	610	—	640
27. „	morgens	—	300	—	500		abends	—	280	—	250
	abends	—	280	—	490	10. „	morgens	—	900	—	820
28. „	morgens	—	360	—	480		abends	—	300	—	260
	abends	—	350	—	530	11. „	morgens	—	770	—	780
29. „	morgens	15,5	480	18,3	520		abends	—	280	—	260
	abends	—	460	—	470	12. „	morgens	16,0	980	18,5	770
30. „	morgens	—	510	—	510		abends	—	310	—	300
	abends	—	470	—	450	13. „	morgens	—	950	—	900
31. „	morgens	—	480	—	550		abends	—	290	—	400
	abends	—	490	—	430	14. „	morgens	—	1010	—	1000
1. Juni	morgens	—	530	—	500		abends	—	310	—	350
	abends	—	440	—	470	15. „	morgens	—	1000	—	990
2. „	morgens	—	550	—	500		abends	—	300	—	320
	abends	—	400	—	410	16. „	morgens	—	1020	—	780
3. „	morgens	—	700	—	700		abends	—	330	—	300
	abends	—	310	—	325	17. „	morgens	—	1030	—	650
4. „	morgens	—	730	—	860		abends	—	510	—	350
	abends	—	430	—	410	18. „	morgens	—	1000	—	600
5. „	morgens	16,0	780	18,8	900		abends	—	450	—	300
	abends	—	340	—	300	19. „	morgens	16,5	920	18,3	600
6. „	morgens	—	750	—	750		abends	—	300	—	370
	abends	—	260	—	230	20. „	morgens	—	1100	—	800
7. „	morgens	—	640	—	640		abends	—	400	—	300
	abends	—	230	—	230						



——— Ziege Nr. I.
– – – Ziege Nr. II.

Bemerkung: Die Ziegen werden bei gutem Wetter tagsüber im Freien gehalten. Vom Beginn des Versuches an (21. Juni 1909) bleiben die Ziegen ständig im Stalle.

Vom 21. Juni 1909 an erhielten die Ziegen 61 Tage hindurch statt des Heues trockenes kupferhaltiges Weinlaub, das aus Weinbergen stammte, in denen mit Bordeauxbrühe gespritzt worden war. Das Weinlaub wurde von den Ziegen sehr gern gefressen; die Tiere nahmen täglich im Durchschnitt je 2 kg Weinlaub auf. Durch Untersuchung von drei Durchschnittsproben des Weinlaubs wurde in 100 g im Mittel ein Gehalt von 0,015 g Kupfer = 0.0589 g $CuSO_4 + 5 H_2O$ gefunden. Arsen konnte in den untersuchten Proben nicht nachgewiesen werden (s. u.).

Die Ziegen dürften täglich im Durchschnitt je 1,178 g Kupfersulfat mit dem Weinlaub aufgenommen haben.

Obwohl jede Ziege in 61 Tagen etwa 71 g Kupfersulfat mit dem Weinlaub erhalten hat, konnte in ihrer Milch niemals Kupfer nachgewiesen werden.

Vom 22. August bis 11. Oktober 1909 bekamen die Ziegen kein Kupfer. Vom 11. Oktober bis 18. Oktober wurde den Ziegen täglich je 0,5 g, vom 18. Oktober bis 16. November täglich je 1,0 g und von da an bis zum Tage der Schlachtung 2,0 g Kupfersulfat in 250 ccm Wasser gelöst per os verabreicht.

Die Ziege Nr. I wurde am 11. Dezember 1909 geschlachtet, so daß sie in der zweiten Versuchsperiode in 61 Tagen 82,5 g Kupfersulfat aufgenommen hat.

Die Ziege Nr. II wurde am 30. November 1909 geschlachtet, sie hat demnach in 50 Tagen 60,5 g Kupfersulfat erhalten.

Auch in dieser zweiten Versuchsperiode wurde kein Kupfer mit der Milch ausgeschieden.

Weder bei dem Fütterungsversuche mit kupferhaltigem Weinlaube noch bei der Verabreichung von Kupfersulfatlösung traten Gesundheitsstörungen auf.

Die Angaben über die Gewichtszunahmen der Ziegen, über die tägliche Milchmenge, über die Zusammensetzung der Milch und die Ergebnisse der Untersuchungen auf den Kupfergehalt der Milch sind in den Tabellen Nr. II bis V (S. 130—135) niedergelegt.

Das Verhalten der Körperwärme der Ziegen glich im wesentlichen den Aufzeichnungen der Kurve I.

Blutuntersuchungen wurden alle 14 Tage ausgeführt. Sie bestanden in Zählung der roten Blutkörperchen, Bestimmung des Hämoglobingehalts nach Gowers und mikroskopischer Untersuchung von Blutausstrichen, die nach Giemsa gefärbt worden waren.

Hierbei ergaben sich keine Abweichungen von der Norm, die durch die Verabreichung der Kupfersalze hätten verursacht sein können.

Bei der Ziege Nr. I fanden sich 14—15 Mill. rote Blutkörperchen im cmm (Hämoglobingehalt 58—62); bei der Ziege Nr. II 17—19 Mill. rote Blutkörperchen (Hämoglobingehalt 60—70).

Nach der Schlachtung zeigten sich beide Ziegen vorzüglich genährt, im Netz starke Fettablagerung.

Pathologische Veränderungen fanden sich nicht.

Tabelle II. Ziege Nr. I.

Datum	Milch vom	Milch-menge in ccm	Spez. Gewicht	Säure-grad	Fett-gehalt %	Trockensubstanz		Bemerkungen
						gefunden g	berechnet g	
9. 6.	M.[1]	610	1,0315	2,4	3,5	12,02	12,3	—
9. 6.	A.[2]	280	1,0291	2,9	3,6	12,85	12,00	geronnen
10. 6.	A.	300	1,0293	2,2	4,5	12,66	12,9	—
11. 6.	M.	770	1,0328	2,25	3,5	12,62	12,6	—
11. 6.	A.	280	1,0302	2,25	4,4	12,9	13,1	—
16. 6.	M.	1020	1,0324	2,4	4,1	13,28	13,2	—
16. 6.	A.	330	1,0303	3,1	6,2	15,4	15,2	—
17. 6.	M.	1030	1,0314	2,75	3,7	12,68	12,5	—
18. 6.	M.	1000	1,0306	2,55	3,45	—	12,00	—
21. 6.	M.	800	1,0325	2,6	3,00	—	12,00	—
21. 6.	A.	350	1,0287	4,3	4,00	12,17	12,2	—
22. 6.	M.	600	1,0278	4,3	2,8	—	10,6	—
25. 6.	M.	600	1,0309	2,4	2,4	11,08	10,90	—
26. 6.	M.	420	1,0296	2,25	3,00	11,6	11,3	—
29. 6.	A.	200	1,0313	3,5	4,00	12,58	12,9	—
30. 6.	M.	490	1,0307	2,3	2,35	10,67	10,9	—
30. 6.	A.	200	1,0310	4,0	3,65	12,11	12,5	—
2. 7.	A.	200	—	15,55	2,2	12,48	—	geronnen sauer
3. 7.	M.	530	1,0314	3,1	2,9	11,06	11,5	—
6. 7.	M.	600	1,0311	3,3	1,7	10,50	10,2	—
7. 7.	A.	300	1,0311	2,7	3,0	11,65	11,7	—
8. 7.	M.	600	1,0311	3,3	1,5	10,23	9,9	—
9. 7.	A.	350	1,0304	3,35	3,8	12,47	12,5	—
10. 7.	M.	400	1,0307	3,35	2,5	11,36	10,9	—
14. 7.	A.	300	1,0306	3,8	3,85	12,61	12,5	—
15. 7.	M.	800	1,0309	2,6	2,10	10,8	10,6	—
16. 7.	A.	320	1,0304	3,4	3,5	11,95	12,0	—
17. 7.	M.	790	1,0313	4,2	1,9	10,1	10,4	—
19. 7.	A.	300	1,0302	3,8	4,2	12,95	12,8	—
20. 7.	M.	850	1,0305	3,0	2,7	11,45	11,2	—
22. 7.	M.	900	1,0314	2,7	2,4	11,35	11,16	—
23. 7.	A.	450	1,0297	2,85	3,7	11,9	12,1	—
24. 7.	M.	1000	1,0310	2,6	2,55	11,41	11,1	—
26. 7.	A.	450	1,0309	11,7	4,85	13,57	13,8	—
27. 7.	M.	920	1,0309	4,1	2,7	11,53	11,3	—
28. 7.	A.	500	1,0286	3,0	4,2	12,6	12,5	—
29. 7.	M.	950	1,0304	2,8	2,45	11,21	10,9	—
30. 7.	A.	450	1,0296	3,45	4,65	13,61	13,3	—
31. 7.	M.	880	1,0307	3,2	3,2	12,2	11,8	—
2. 8.	A.	330	1,0315	6,0	5,0	14,11	14,3	—
3. 8.	M.	760	1,0328	2,8	3,00	12,27	12,00	—
4. 8.	A.	350	—	—	4,4	—	—	gerinnt nach 2 Std.
5. 8.	M.	800	—	—	—	—	—	„ „ 2 „

[1] M. bedeutet Morgenmilch.

[2] A. bedeutet Abendmilch.

Digitized by Google

Datum	Milch vom	Milchmenge in ccm	Spez. Gewicht	Säuregrad	Fettgehalt %	Trockensubstanz gefunden g	Trockensubstanz berechnet g	Bemerkungen
9. 9.	A.	200	1,0320	4,65	4,2	13,6	13,3	vom 3. 8. bis 8. 9. Milch nicht untersucht
10. 9.	M.	500	1,0295	4,65	2,8	11,33	11,00	
20. 9.	A.	250	1,0327	5,9	3,4	12,86	12,55	
21. 9.	M.	470	1,0317	5,0	3,4	12,53	12,30	—
21. 9.	A.	240	1,0306	4,4	4,75	13,1	13,4	—
22. 9.	M.	500	1,0313	5,00	3,05	11,4	11,7	—
22. 9.	A.	200	1,0314	4,15	4,2	13,32	13,2	—
23. 9.	M.	470	1,0306	4,30	3,1	11,4	11,5	—
30. 9.	A.	180	1,0306	4,5	4,4	13,25	13,2	—
1. 10.	M.	550	1,0316	3,9	3,6	12,33	12,5	—
4. 10.	A.	255	1,0318	5,6	3,6	12,72	12,5	—
5. 10.	M.	500	1,0314	4,8	2,4	11,46	11,1	—
5. 10.	A.	260	—	—	—	—	—	sauer, dick geronnen
6. 10.	M.	490	1,0306	4,8	2,65	11,6	11,1	—
6. 10.	A.	240	1,0327	10,4	3,55	12,6	12,7	—
7. 10.	M.	510	1,0307	4,8	2,2	10,35	10,5	flockig
13. 10.	A.	300	1,0337	5,6	4,7	15,05?	14,3	?
14. 10.	M.	580	1,0324	5,5	2,7	11,3	11,6	—
14. 10.	A.	280	1,0331	4,4	3,95	12,96	13,2	—
15. 10.	M.	520	1,0324	4,1	2,9	12,19	11,8	—
15. 10.	A.	190	1,0327	3,45	4,9	14,56	14,4	—
16. 10.	M.	500	1,0312	4,5	3,95	13,24	12,9	—
21. 10.	A.	275	1,0338	4,8	3,6	13,01	13,00	—
22. 10.	M.	430	1,0325	4,7	3,6	12,93	12,75	—
22. 10.	A.	120	1,0330	4,3	4,25	13,66	13,6	—
23. 10.	M.	360	1,0317	4,8	4,4	13,48	13,4	—
27. 10.	A.	210	1,0329	4,7	4,65	13,98	14,00	—
28. 10.	M.	425	1,0308	5,2	3,7	12,5	12,3	—
28. 10.	A.	280	1,0305	5,15	5,05	13,89	14,1	—
29. 10.	M.	275	1,0335	4,45	4,1	13,57	13,55	—
29. 10.	A.	130	1,0343	4,0	3,0	12,45	12,5	—
30. 10.	M.	430	1,0332	4,6	3,5	13,0	12,8	—
3. 11.	A.	215	1,0337	5,3	5,5	15,45	15,4	—
4. 11.	M.	400	1,0328	5,2	4,2	13,77	13,5	—
4. 11.	A.	270	1,0329	6,05	5,2	14,56	14,70	—
5. 11.	M.	280	1,0339	4,05	4,2	14,01	13,75	—
5. 11.	A.	180	1,0355	5,6	6,5	16,99	16,3	—
6. 11.	M.	325	1,0309	4,85	4,1	13,22	12,8	—
10. 11.	A.	110	1,0337	4,3	5,7	15,69	15,6	—
11. 11.	M.	410	1,0334	4,9	2,9	12,27	12,1	—
11. 11.	A.	130	1,0344	5,0	4,6	14,24	14,4	—
12. 11.	M.	360	1,0322	4,9	3,5	12,88	12,5	—
12. 11.	A.	210	1,0322	9,3	4,25	13,10	13,4	—
13. 11.	M.	375	1,0311	5,6	3,9	12,97	12,7	—
23. 11.	A.	160	1,0341	4,4	6,3	16,24	16,3	—
24. 11.	M.	250	1,0344	4,6	5,3	15,26	15,3	—
24. 11.	A.	130	1,0344	4,05	6,3	16,43	16,3	—
25. 11.	M.	275	1,0344	4,4	5,3	15,34	15,3	—

Tabelle III. Ziege Nr. II.

Datum	Milch vom	Milchmenge in ccm	Spez. Gewicht	Säuregrad	Fettgehalt %	Trockensubstanz		Bemerkungen
						gefunden g	berechnet g	
9. 6.	M.[1]	640	1,0315	2,05	3,4	11,6	12,3	—
9. 6.	A.[2]	260	1,0300	2,8	3,9	11,8	12,5	—
10. 6.	A.	300	1,0293	2,15	4,4	12,56	12,8	—
11. 6.	M.	780	1,0294	2,15	4,2	12,7	12,7	—
11. 6.	A.	260	1,0310	3,1	5,7	14,5	14,9	—
16. 6.	M.	780	1,0304	2,15	3,8	12,2	12,5	—
16. 6.	A.	300	1,0296	2,9	4,5	12,7	12,9	—
17. 6.	M.	650	1,0299	2,2	3,2	11,7	11,6	—
18. 6.	M.	600	1,0288	2,05	3,4	—	11,5	—
21. 6.	M.	700	1,0276	1,8	3,00	—	10,9	—
21. 6.	A.	250	1,0299	4,5	3,4	11,41	11,9	—
22. 6.	M.	560	1,0291	4,2	3,0	11,37	11,2	—
25. 6.	M.	450	1,0295	2,3	2,15	10,59	10,5	—
26. 6.	M.	350	1,0291	1,95	2,95	11,4	11,2	—
29. 6.	A.	150	1,0323	4,2	2,65	11,35	11,60	—
30. 6.	M.	500	1,0297	2,4	2,65	11,10	10,9	—
30. 6.	A.	200	1,0305	4,1	2,7	10,6	11,0	—
2. 7.	A.	320	1,0277	4,5	2,2	10,33	10,0	—
3. 7.	M.	500	1,0309	2,4	2,4	11,02	11,0	—
6. 7.	M.	550	1,0235	1,4	2,9	9,90	9,75	Ziege war brünstig
7. 7.	A.	275	1,0320	2,7	2,35	10,9	11,1	—
8. 7.	M.	520	1,0315	2,2	2,1	10,32	10,75	—
9. 7.	A.	500	1,0304	2,4	3,75	12,11	12,35	—
10. 7.	M.	560	1,0307	2,15	2,6	11,17	11,10	—
14. 7.		—						geronnen
15. 7.	M.	550	1,0306	2,5	2,0	10,63	10,35	—
16. 7.	A.	260	1,0323	2,85	3,1	11,86	12,0	—
17. 7.	M.	510	1,0312	2,7	2,3	10,5	10,75	—
19. 7.	A.	210	—	—	—	—	—	nicht untersucht, da vorher Milch entnommen
20. 7.	M.	550	1,0305	2,9	2,8	11,44	11,3	—
22. 7.	M.	570	1,0308	2,3	2,35	11,20	10,8	—
23. 7.	A.	290	1,0328	2,85	3,5	12,45	12,6	—
24. 7.	M.	560	1,0311	2,5	2,75	11,57	11,3	—
26. 7.	A.	210	1,0310	10,2	4,6	13,41	13,6	—
27. 7.	M.	510	1,0312	3,9	2,2	10,73	10,7	—
28. 7.	A.	270	1,0318	3,0	3,35	11,93	12,2	—
29. 7.	M.	600	1,0306	2,7	2,45	11,06	11,0	—
30. 7.	A.	210	—	—	—	—	—	geronnen
31. 7.	M.	550	1,0303	3,2	2,6	10,98	11,0	—
2. 8.	A.	300	—	—	—	—	—	geronnen
3. 8.	M.	570	1,0313	2,5	2,1	10,36	10,6	vom 4. 8. bis 8. 9. Milch nicht untersucht

[1] M. bedeutet Morgenmilch.
[2] A. bedeutet Abendmilch.

Datum	Milch vom	Milch-menge in ccm	Spez. Gewicht	Säure-grad	Fett-gehalt %	Trockensubstanz gefunden g	Trockensubstanz berechnet g	Bemerkungen
9. 9.	A.	150	1,0330	3,8	3,1	12,62	12,3	—
10. 9.	M.	300	1,0309	3,15	2,4	10,99	11,0	—
20. 9.	A.	120	1,0349	2,9	2,55	12,07	12,1	—
21. 9.	M.	300	1,0328	3,35	2,00	10,55	10,9	—
21. 9.	A.	120	1,0332	3,00	3,00	10,86	12,2	—
22. 9.	M.	250	1,0328	3,1	2,2	10,97	11,2	—
22. 9.	A.	170	1,0320	3,3	4,3	12,96	13,5	—
23. 9.	M.	250	1,0313	3,65	2,7	11,31	11,3	—
30. 9.	A.	110	1,0344	3,8	3,25	12,52	12,8	—
1. 10.	M.	350	1,0322	3,6	2,35	11,25	11,1	—
4. 10.	A.	110	1,0323	5,5	3,6	12,53	12,5	—
5. 10.	M.	220	1,0325	3,8	2,3	11,32	11,25	flockig
5. 10.	A.	120	1,0339	3,8	2,55	13,00	11,8	—
6. 10.	M.	260	1,0330	3,85	2,00	10,95	11,0	—
6. 10.	A.	130	1,0350	3,6	2,5	11,8	12,1	—
7. 10.	M.	270	1,0329	3,5	2,7	11,7	11,6	—
13. 10.	A.	110	1,0329	5,05	2,4	11,56	11,6	—
14. 10.	M.	310	1,0339	4,6	2,3	11,46	11,6	—
14. 10.	A.	150	1,0337	3,8	3,95	12,9	13,2	—
15. 10.	M.	250	1,0336	3,6	2,6	11,55	11,8	—
15. 10.	A.	120	1,0344	3,5	3,9	13,19	12,5	—
16. 10.	M.	210	1,0339	3,85	3,2	12,54	12,6	—
21. 10.	A.	130	1,0316	7,6	3,0	11,63	11,8	—
22. 10.	M.	260	1,0330	4,1	2,75	11,59	11,9	—
22. 10.	A.	—	—	—	—	—	—	—
23. 10.	M.	240	1,0338	4,7	2,1	11,33	11,3	—
27. 10.	A.	110	1,0339	3,5	4,5	13,87	14,0	—
28. 10.	M.	190	1,0324	3,8	3,3	12,3	12,35	—
28. 10.	A.	120	1,0345	4,1	3,7	13,2	13,35	—
29. 10.	M.	230	1,0337	4,25	2,5	11,63	11,68	—
29. 10.	A.	250	1,0338	5,1	6,2	16,13	16,1	—
30. 10.	M.	300	1,0334	4,35	2,0	10,95	11,1	—
3. 11.	A.	100	1,0342	7,2	3,1	12,7	12,55	—
4. 11.	M.	210	1,0326	4,1	2,8	11,59	11,9	—
4. 11.	A.	120	1,0367	4,7	3,0	12,76	13,1	—
5. 11.	M.	210	1,0329	3,8	2,8	11,62	11,7	—
5. 11.	A.	110	1,0347	7,0	2,3	11,26	11,6	—
6. 11.	M.	180	1,0354	3,6	1,8	11,03	11,38	—
10. 11.	A.	100	1,0324	5,2	4,2	13,39	13,4	—
11. 11.	M.	310	1,0336	4,3	2,5	11,44	11,7	—
11. 11.	A.	110	1,0366	4,8	3,1	12,8	13,1	—
12. 11.	M.	240	1,0346	4,6	2,7	11,9	12,1	—
12. 11.	A.	110	1,0370	4,6	3,8	14,47	14,2	—
13. 11.	M.	240	1,0327	4,5	2,15	10,82	11,2	—
22. 11.	A.	70	—	—	3,8	13,85	—	—
23. 11.	M.	160	1,0355	4,0	4,4	14,7	14,45	—
23. 11.	A.	70	—	3,6	4,4	15,31	—	—
24. 11.	M.	200	1,0348	3,9	3,7	13,08	13,4	—
24. 11.	A.	90	1,0352	3,4	3,6	13,19	13,4	—
25. 11.	M.	190	1,0345	2,4	2,8	12,07	12,3	—

Tabelle IV. Ziege Nr. I.

Tag der Entnahme	Milch in ccm	Befund	Tag der Entnahme	Kot in g	Befund in g	Tag der Entnahme	Harn in ccm	Befund in g	
14. 5.	600	0							
24. 5.	600	0							
—	—	0	26. 5.	15	0				
9. 6.	100	0	9. 6.	6	0				
26. 6.	400	0	29. 6.	9	0				
30. 6.	280	0	—	—	—				vom 21. 6. an: Laubfütterung
4.–12. 7.	5500 400[1]	0	—	—	—	10. 7.	80	Spuren Kupfer	„
13.–17. 7.	7000 1000	0	—	—	—	—	—	—	—
18.—26. 7.	4400 1000	0	—	—	—	—	—	—	„
27. 7.—4. 8.	9000 1000	0	29. 7.	70	0,0238 Cu 0,0935 $CuSO_4$	29. 7.	1500	0,0199 Cu 0,0782 $CuSO_4$	„
4.–11. 8.	7500 1000	0	6. 8.	300	0,0865 Cu 0,3398 $CuSO_4$	—	—	—	„
12.—18. 8.	5700 1000	0	12. 8.	205	0,0800 Cu 0,3143 $CuSO_4$	—	—	—	„
19.—25. 8.	5700 1000	geringe Mengen Kupfer	18. 8.	136	0,0406 Cu 0,1595 $CuSO_4$	18. 8.	1000	0,0109 Cu 0,0428 $CuSO_4$	bis 21. 8.
—	—	—	25. 8.	100	0,0356 Cu 0,1398 $CuSO_4$	25. 8.	450	0,0038 Cu 0,0149 $CuSO_4$	vom 22. 8. bis 10. 10.: keine Cu-Fütterung
26. 8.–3. 9.	6700 1000	0	2. 9.	170	0,0309 Cu 0,1214 $CuSO_4$	2. 9.	800	deutlich kupferhaltig	
3. 9.–14. 10.	—	—	—	—	—	—	—	—	nicht untersucht
14.—16. 10.	800	0	15. 10.	120	0,0176 Cu 0,0691 $CuSO_4$	15. bis 18. 10.	700	0,0021 Cu 0,0825 $CuSO_4$	vom 11. 10. bis 17. 10.: pro die 0,5 g $CuSO_4$
19.–21. 10.	1000	0	19. bis 21. 10.	200	0,0609 Cu 0,2392 $CuSO_4$	19. bis 21. 10.	800	0,0040 Cu 0,0157 $CuSO_4$	vom 18. 10. bis 15. 11. pro die: 1,0 g $CuSO_4$
21.—22. 10.	500	0	22. bis 24. 10.	250	0,0645 Cu 0,2534 $CuSO_4$	21. bis 23. 10.	800	0,0045 Cu 0,0177 $CuSO_4$	
23.—27. 10.	1000	0	25. bis 27. 10.	280	0,0806 Cu 0,3166 $CuSO_4$	25. bis 27. 10.	1000	0,0061 Cu 0,0239 $CuSO_4$	„
28.—30. 10.	300	0	28. bis 30. 10.	150	0,0500 Cu 0,1964 $CuSO_4$	28. bis 30. 10.	500	0,0018 Cu 0,0071 $CuSO_4$	„
1.– 3. 11.	950	0	1.–3. 11.	50	nicht untersucht	1.–3. 11.	600	0,0056 Cu 0,0220 $CuSO_4$	„
3.– 6. 11.	1000	0	3.–6. 11.	175	0,0580 Cu 0,2278 $CuSO_4$	3.–6. 11.	1000	nicht untersucht	„
8.–10. 11.	1300	0	—	—	—	—	—	—	„
10.—13. 11.	—	—	—	—	—	—	—	—	„
15.–23. 11.	2000 1000	0	—	—	—	15. bis 23. 11.	900	0,0060 Cu 0,0236 $CuSO_4$	„
23.—30. 11.	1000	0	—	—	—	1.–6. 12.	800	0,0055 Cu 0,0216 $CuSO_4$	vom 16. 11. bis 8. 12. pro die: 2,0 g $CuSO_4$
1.— 9. 12.	1000	0	—	—	—	—	—	—	„

0 bedeutet kupferfrei, — nicht untersucht.

[1]) Die größere Zahl bedeutet die Gesamtmenge, die kleinere die zur Untersuchung verwendete Menge Milch.

Digitized by Google

Tabelle V. Ziege Nr. II.

Tag der Entnahme	Milch in ccm	Befund	Tag der Entnahme	Kot in g	Befund in g	Tag der Entnahme	Harn in ccm	Befund in g	Bemerkungen
14. 5.	750	0							
24. 5.	650	0							
—	—	—	26. 5.	20	0				
—	—	—	4. 6.	6	0				
9. 6.	400	0	16. 6.	18	0				
25. 6.	400	0	—	—	—				vom 21. 6. an: Laubfütterung bis 21. 8
—	—	—	29. 6.	3	0	—	—	—	
30. 6.	400	0	—	—	—	—	—	—	„
4.—12. 7.	2400 400	0	—	—	—	5. 7.	60	Spuren	„
13.—17. 7.	5000 1000	0	—	—	—	8. 7.	15	0	„
17.—26. 7.	5500 1000	0	—	—	—	—	—	—	„
26. 7.—4. 8.	7000 1000	0	—	—	—	30. 7.	1500	0,022 Cu 0,0864 $CuSO_4$	„
—	—	—	5. 8.	445	0,1324 Cu 0,5209 $CuSO_4$	—	—	—	„
4.—11. 8.	5300 1000	0	10. 8.	169	0,0597 Cu 0,2345 $CuSO_4$	10. 8.	1700	0,0208 Cu 0,0817 $CuSO_4$	„
12.—18. 8.	4600 1000	0	16. 8.	150	0,0482 Cu 0,1894 $CuSO_4$	16. 8.	1000	0,0106 Cu 0,0416 $CuSO_4$	„
19.—25. 8.	4900 1000	geringe Mengen Cu	24. 8.	200	0,0732 Cu 0,2876 $CuSO_4$	24. 8.	500	0,0043 Cu 0,0168 $CuSO_4$	„
26. 8.—3. 9.	4900 1000	0	1. 9.	180	0,0339 Cu 0,1332 $CuSO_4$	1. 9.	1000	Spuren Cu	vom 22. 8. bis 10. 10. keine Kupfer- fütterung
3. 9.—14. 10.	—	—	—	—	—	—	—	—	nicht unters.
14.—16. 10.	300	0	16. 10.	470	0,0689 Cu 0,2707 $CuSO_4$	15. 10.	800	0,0028 Cu 0,0110 $CuSO_4$	vom 11. 10. bis 17. 10. pro die: 0,5 g $CuSO_4$
19.—21. 10.	1000	0	19. bis 21. 10.	300	0,0917 Cu 0,3602 $CuSO_4$	19. bis 21. 10.	400	0,0019 Cu 0,0075 $CuSO_4$	vom 18. 10. an: 1,0 g $CuSO_4$ bis 15. 11.
21.—23. 10.	300	0				21. bis 23. 10.	1000	0,0068 Cu 0,0267 $CuSO_4$	
25.—27. 10.	1000	0	25. bis 27. 10.	500	0,1744 Cu 0,6851 $CrSO_4$	25. bis 27. 10.	600	0,0016 Cu 0,0063 $CuSO_4$	„
28.—30. 10.	800	0	28. bis 30. 10.	350		28. bis 30. 10.	800	0,0020 Cu 0,0078 $CuSO_4$	„
1.—3. 11.	800	0	1.—3. 11.	290	0,0852 Cu 0,3347 $CuSO_4$	1.—3. 11.	1000	0,0092 Cu 0,0361 $CuSO_4$	„
3.—6. 11.	200	0	3.—6. 11.	200	0,0626 Cu 0,2459 $CuSO_4$	3.—6. 11.	1000	0,0086 Cu 0,0337 $CuSO^4$	„
8.—10. 11.	850	0	—	—	—	—	—	—	„
10.—13. 11.	1000	0	—	—	—	—	—	—	„
15.—23. 11.	1000	0	—	—	—	15. bis 23. 11.	300	0,0023 Cu 0,0090 $CuSO_4$	vom 16. 11. bis 29. 11.: 2,0 g $CuSO_4$
23.—30. 11.	530	0	—	—	—	24 bis 30. 11.	1000	0,0071 Cu 0,0279 $CuSO_4$	

0 bedeutet kupferfrei, — nicht untersucht.

Die Ziege Nr. I wog unmittelbar vor der Schlachtung 24,6 kg, die Ziege Nr. II 28,6 kg.

Die Organe hatten folgende Gewichte:

	Ziege Nr. I	Nr. II
Herz	98,0 g	115,0 g
Leber	330,0 g	515,0 g
Milz	41,0 g	72,0 g
l. Niere . . .	41,0 g	48,0 g
r. Niere . . .	40,0 g	43,0 g
Pankreas . . .	31,0 g	20,0 g

Ziege Nr. I war eine gröbere Landziege mit Hörnern,

Ziege Nr. II eine feine, hornlose Saanenziege.

Bei der Bestimmung des Kupfergehalts der Organe zeigte die Leber den bei weitem höchsten Gehalt, dann folgten Nieren und Blut. Frei von Kupfer waren Euter, Muskeln und Fettgewebe (vergl. Tabelle VI). Auch Brandl (9) fand bei Hunden und Kaninchen in der Leber den größten Kupfergehalt.

Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

1. In der Milch von zwei Ziegen, von denen jede in 61 Tagen etwa 71 g Kupfersulfat mit Weinlaub erhalten hatte, konnte Kupfer niemals nachgewiesen werden.

2. Nach einer Unterbrechung von 50 Tagen erhielt Ziege Nr. I in 61 Tagen 82,5 g Kupfersulfat und Ziege Nr. II in 50 Tagen 60,5 g Kupfersulfat in wässeriger Lösung. Auch in dieser zweiten Versuchsperiode wurde kein Kupfer mit der Milch ausgeschieden.

3. Ein Einfluß der verfütterten Kupfersalze auf Menge und Zusammensetzung der Milch wurde nicht beobachtet.

4. Der Fettgehalt der Ziegenmilch schwankte zwischen 1,5 und 6,5%. Diese Extreme zeigten sich jedoch nur ausnahmsweise. Meistens bewegte sich der Fettgehalt zwischen 3 und 5%. Bei gleichbleibender Fütterung zeigte der Fettgehalt der Milch bei derselben Ziege ziemliche Schwankungen, die unregelmäßig auftraten und für die eine Ursache nicht gefunden werden konnte.

5. Gesundheitsstörungen, Organveränderungen, namentlich Veränderungen an den zelligen Bestandteilen des Blutes infolge der Verabreichung von Kupfersalzen traten nicht auf.

6. Bei der Bestimmung des Kupfergehaltes der Organe fand sich in der Leber der bei weitem höchste Kupfergehalt, dann folgten Nieren und Blut. Frei von Kupfer waren Euter, Muskeln und Fettgewebe.

Das Ergebnis vorliegender Versuche geht nach derselben Richtung wie die in der Literatur niedergelegten Angaben; auch die beiden mit Weinlaub, das mit Bordeauxbrühe bespritzt war, gefütterten Ziegen wiesen keine Gesundheitsstörungen auf und lieferten eine Milch, die in keinem Falle kupferhaltig war.

Anhang.

Methodik der ausgeführten chemischen Untersuchung.

Zur Untersuchung der Milch-, Laub-, Kot- und Urinproben sowie der Organe auf einen Gehalt an Kupfer wurde die folgende Methode angewendet. Die Milch und der Harn wurden zunächst unter Zusatz konzentrierter Schwefelsäure eingekocht, der getrocknete Kot, die getrockneten Organe und das Laub mit konzentrierter Schwefelsäure übergossen und unter langsamem Zusetzen von rauchender Salpetersäure in bekannter Weise oxydiert. Nach beendigter Oxydation wurde der Rückstand mit Wasser aufgenommen, der unlösliche weiße Niederschlag abfiltriert, dieser mit salpetersaurem heißem Wasser ausgewaschen, die Waschwasser mit dem Filtrat vereinigt und einige Zeit zur Vertreibung der Salpetersäure gekocht. Die saure Lösung wurde mit Ammoniak bis zur schwach sauren Reaktion versetzt und mit Schwefelwasserstoff behandelt. Der entstehende Niederschlag von Kupfersulfid wurde in Salpetersäure gelöst und als Oxyd oder aus saurer Lösung mit Zink in einer Platinschale als metallisches Kupfer niedergeschlagen.

Zur Prüfung eines etwaigen Gehaltes des unlöslichen in jedem Fall rein weißen Niederschlags, der nach vollendeter Oxydation in Säuren unlöslich zurückblieb, wurde dieser mit Kaliumnatriumkarbonat aufgeschlossen, die meist farblose Schmelze in Salzsäure gelöst und die Lösung wie oben behandelt; es konnte auf diese Weise Kupfer nicht nachgewiesen werden.

Um die Genauigkeit der Methode bei der Verarbeitung größerer Mengen Milch zu prüfen, wurden 500 ccm Milch mit 0,002 g $CuSO_4 + 5$ aq, entsprechend 0,00063 g CuO versetzt und auf die oben angegebene Weise untersucht. Das Kupfer wurde als Oxyd zur Wägung gebracht. Es wurden wieder gefunden: a) 0,00064 g b) 0,00063 g CuO.

Ferner wurden 1000 ccm Milch mit 0,0400 g $CuSO_4 + 5$ aq $=$ 0,01018 g Cu versetzt, auf gleiche Weise oxydiert und der Kupfergehalt mit Hilfe der schon von Fresenius angegebenen und neuerdings von Stein, Brebeck und Graff weiter ausgearbeiteten Methode — Fällung des Kupfers in saurer Lösung mit Zink in einer Platinschale — bestimmt. Das Kupfer setzte sich immer als schön kupferroter Beschlag in der Platinschale ab. Es wurden gefunden: a) 0,0101 g, b) 0,0102 g Cu. Auch hier enthielt der nach beendigter Oxydation bleibende weiße Rückstand keine Kupferverbindungen mehr.

War der bei der Fällung mit Schwefelwasserstoff entstehende Niederschlag zu gering oder entstand bloß eine opaleszierende Trübung, so wurde die Flüssigkeit abfiltriert und der spärliche auf dem Filter bleibende Rückstand mit heißer Salpetersäure behandelt. Die entstehende Lösung wurde auf kolorimetrischem Wege auf einen Gehalt an Kupfer geprüft. Dafür werden zwei Reaktionen, die eine auf der Bildung von braunem Ferrocyankupfer auf Zusatz von verdünnter Ferrocyankaliumlösung zu der schwach sauren auf Kupfer zu prüfenden Lösung, die andere auf der Bildung von blauem Kupferoxydammoniak durch Zusatz konz. Ammoniaks beruhend, benutzt.

Diese Bestimmungen wurden in gleichgroßen rein weißen Porzellanschalen vorgenommen und die einzelnen Proben auf dasselbe Volumen, ca. 5 ccm, gebracht. Es

war mit Hilfe der Ferrocyankupferreaktion noch möglich 0,0002 g $CuSO_4 + 5$ aq $= 0,00005$ g Cu und mit der Kupferoxydammoniakreaktion noch 0,001 g $CuSO_4 + 5$ aq $= 0,00025$ g Cu zu erkennen.

Tabelle VI.

Übersicht über den Gehalt der Organe an Kupfer bezügl. Kupfersulfat.

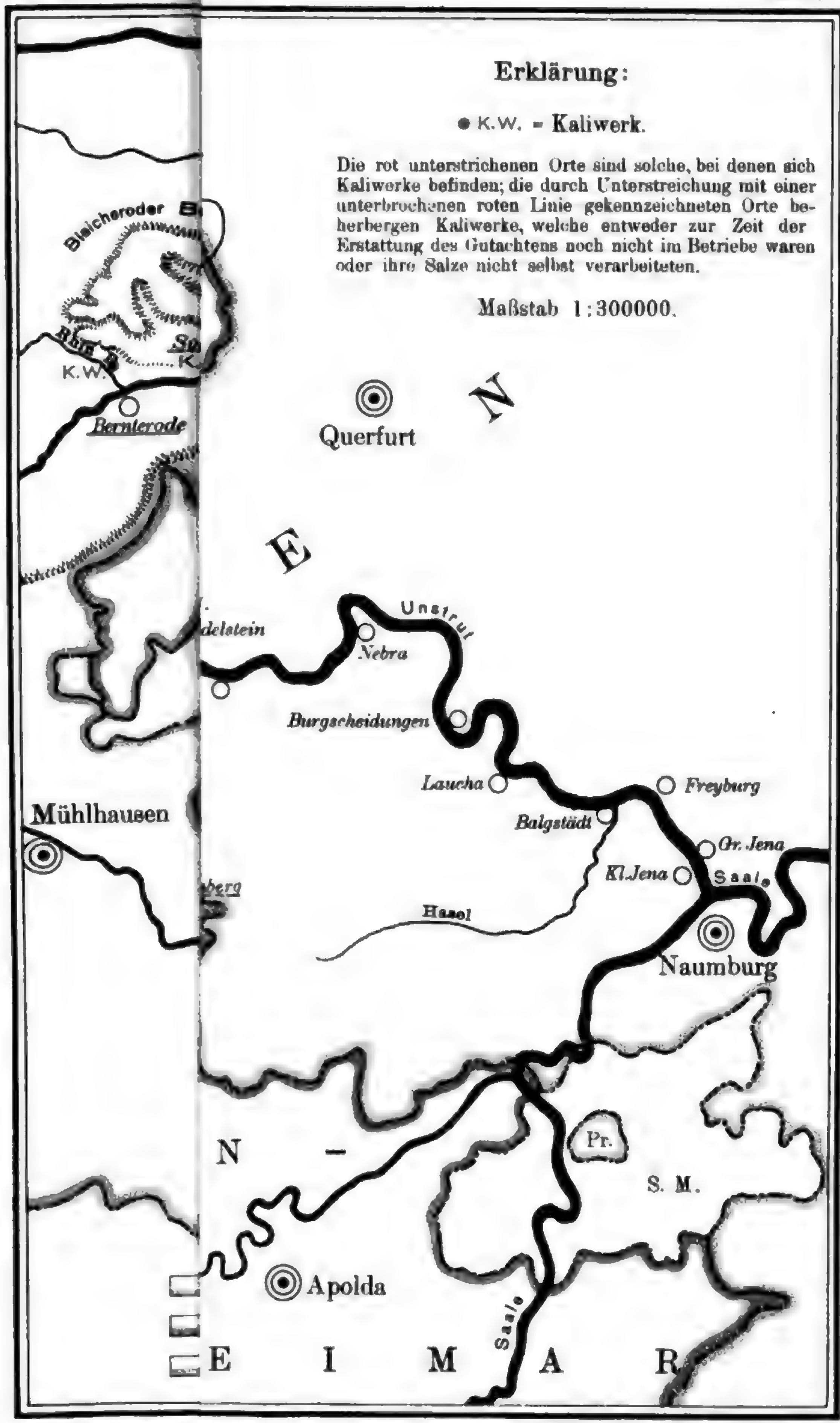
Bezeichnung der Organe	Ziege I			Ziege II		
	Gew. der Organe i. frisch geschlachtetem Zust.	Menge des gefundenen		Gew. der Organe i. frisch geschlachtetem Zust.	Menge des gefundenen	
	g	Kupfers mg	Kupfersulfates mg	g	Kupfers mg	Kupfersulfates mg
Leber	330	140,0	549,9	515	134,0	526,4
Herz	98	1,2	4,7	115	1,8	7,0
Milz	41	Spuren	—	72	2,3	9,03
Niere	81	6,0	23,6	91	8,9	34,9
Pankreas	31	0,9	3,5	20,0	0,8	3,1
Euter	312	—	—	215	—	—
Muskeln	150	—	—	135	—	—
Fettgewebe	120	—	—	100	—	—
Blut	730	4,6	18,1	720	3,3	12,9
Galle	—	—	—	20	2,7	10,6
Gehirn	70	0,2	7,8	—	—	—

— bedeutet kupferfrei.

Literatur.

1. Archiv für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde, 1896. Bd. 22.
2. Magazin für die gesamte Tierheilkunde VII. S. 178.
3 u. 4. zitiert nach Tschirch (siehe Lit. Nr. 6).
5. Biedermanns agrikulturchem. Zentralbl. 33. S. 70.
6. Tschirch, Das Kupfer vom Standpunkte der gerichtlichen Chemie usw. Stuttgart 1893, Ferdinand Enke.
7 u. 9. Archiv f. wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde, 1898. Bd. 24.
8. Grundriß der Pharmakologie usw. 1909, 6. Auflage S. 564.
10. Chem. Zentralbl. 04 II, S. 666; 08 II, S. 1742.
11. Deutsche Klinik, 1902 I, 9. Vorlesung.

Ende des 1. Heftes.
Abgeschlossen am 8. April 1911.



Digitized by Google

Über einige neuere Desinfektionsmittel (Phenostal, Morbicid KT und Husinol).

Von

Dr. Einecker,

Kgl. Sächs. Stabsarzt in Dresden, ehedem kommandiert zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

I. Phenostal.

Die früher so viel verwandte Karbolsäure ist durch andere Desinfektionsmittel wie Sublimat und die Kresole mehr und mehr verdrängt worden. Die Gründe liegen in den hygroskopischen Eigenschaften des Phenols und der dadurch bedingten Schwierigkeit der Dosierung, in seiner Haut und Schleimhaut stark reizenden Wirkung und in der verhältnismäßig geringen Desinfektionskraft.

Die Schwierigkeit der Dosierung des Phenols suchte man früher durch Herstellung sogenannter Desinfektionspulver und Pastillen zu beheben, in denen das Phenol durch wasserfreie Salze, Borsäure, Borsäureanhydrid usw. absorbiert war, und die ins Feld und auf die Landpraxis leicht mitzuführen waren. Da indessen die anderen Nachteile hierdurch nicht beseitigt wurden, führten sich diese Präparate nicht ein.

Die Firma Schülke und Mayr in Hamburg hat nun neuerdings unter dem Namen „Phenostal" einige Präparate in den Handel gebracht, die nach ihrer Angabe leicht dosierbar, in den anzuwendenden Konzentrationen ohne Reizwirkung und von wesentlich höherer Desinfektionskraft als Phenol sind.

Das Phenostal — ursprünglich wurde das Präparat unter dem Namen „Karbolsäuretabletten" abgegeben — wird in Tabletten- und Pulverform, im letzteren Fall als reines und technisches Präparat, von der Fabrik hergestellt. Das technische Phenostal ist rötlich-braun, für die Zwecke der Großdesinfektion bestimmt und kommt auch in Tafeln von 50 und 100 g gepreßt in den Handel; das reine pulverförmige Phenostal ist weiß; die Tabletten sind durch einen Farbstoff rot gefärbt.

Das Präparat wurde von der Fabrik ursprünglich als Diphenyloxalester, später auf Grund der Arbeit von Croner und Schindler (1) als Diphenyl-ortho-oxalester bezeichnet.

Nach den Feststellungen von Hailer (4) handelt es sich bei „Phenostal rein" aber nicht um einen Ester der Oxalsäure, sondern um wasserfreie Oxalsäure mit

2 Molekülen Kristallphenol: $C_2O_4H_2 + 2\,C_6H_5OH$; auch hatten die untersuchten Proben des Präparats nicht einen Gehalt von 67,6% Phenol, wie es der Zusammensetzung des Diphenyl-orthooxalsäureesters entspräche, sondern enthielten in Pulverform nur 62,7, in Tablettenform 60,2% Phenol.

Das Präparat scheidet, in Wasser eingebracht, das Phenol zunächst in Tröpfchen aus, die aber rasch in Lösung gehen; die Lösung enthält Oxalsäure und Phenol; in kalkhaltigem Wasser entsteht ein weißer Niederschlag von oxalsaurem Kalzium in einem von der Phenostalkonzentration und der Härte des Wassers abhängigen Masse; entsprechend der Ausfällung der Oxalsäure wird die Desinfektionswirkung geschwächt, s. Moldovan (8).

Die Desinfektionskraft des Phenostals wurde von einer Reihe von Autoren geprüft und zwar gegenüber Aufschwemmungen von Bakterien in destilliertem Wasser von Schneider (10), Croner und Schindler (2), in Kochsalzlösung von Croner und Schindler (2), in Bouillon von Schneider, Kalähne (5), Erb (3), Küster (6), Moldovan (8), Croner und Schindler (1), in verdünntem Serum von Schneider, mit Bakterien, die an Granaten angetrocknet waren, von Hailer (4), an Seidenfäden von Schneider, Moldovan, Erb, Mayer (7) und gegenüber Agarkulturen von Erb.

Allgemein wurde die Desinfektionskraft wesentlich höher gefunden, als die gleichprozentiger Lösungen von Phenol; der Grad der Steigerung war abhängig von der angewandten Methode: besonders groß war der Unterschied in der Wirkung gegenüber Bakterienaufschwemmungen in destilliertem Wasser und an Granaten angetrockneten Keimen; geringer bei Aufschwemmungen in physiologischer Kochsalzlösung und noch mehr herabgesetzt bei solchen in Bouillon und Serum. Allgemein war der Unterschied in der Wirkung von Phenol und Phenostal in hochprozentiger Lösung geringer als bei Lösungen mit geringem Gehalt ($^1/_2$—1%).

Abweichend von den anderen Autoren fand Saito (9) eine auffallend geringe Desinfektionswirkung des Phenostals gegenüber an Seidenfäden angetrockneten Staphylokokken: keine Abtötung durch 1%ige Lösung in 7 Stunden, wohl aber durch 1%ige Phenollösung in 3 Stunden.

Die starke Erhöhung der Desinfektionskraft des Phenols ist durch das Zusammenwirken von Phenol und Oxalsäure zu erklären; die letztere steigert nach den Versuchen Hailers (4) die Desinfektionskraft des Phenols in höherem Maße als Schwefelsäure. Ursachen, die den Gehalt an freier Oxalsäure herabsetzen, vermindern daher auch die desinfizierende Kraft der Lösung: kalkhaltiges Wasser (Moldovan), Bouillon, Serum, überhaupt Eiweißstoffe und Salze schwacher Säuren; von einer nach dem Vorschlag der Fabrik zur Instrumentendesinfektion mit Soda neutralisierten Lösung ist überhaupt keine wesentliche Desinfektionswirkung mehr zu erwarten, was auch Mayer (7) bei seinen Versuchen bestätigt fand.

Bei längerem Liegen an der Luft zerfallen die Tabletten; nach den Feststellungen von Hailer (4) verliert das Präparat dabei allmählich an seinem Phenolgehalt; dementsprechend hat nach Kalähne (5) der Rückstand eine wesentlich geringere Desinfektionswirkung als das Originalpräparat.

Die Giftigkeit des Präparats gegenüber dem tierischen Organismus (Mäusen) wurde von Mayer (7) geringer, von Moldovan (8) höher gefunden als die der entsprechenden Phenollösungen.

Desinfektionsversuche.

Die Lösungen des Mittels wurden mit sterilem destilliertem Wasser hergestellt und die Einwirkung auf die Testobjekte bei Zimmertemperatur untersucht.

Als Testobjekte kamen zur Verwendung:

Staphylococcus pyogenes aureus,
Bacterium typhi,
Bacterium coli,
Bacillus suipestifer,
Milzbrandsporen.

Die Sporen waren an Seidenfäden angetrocknet; die Bakterien wurden auf Agarplatten und in Aufschwemmungen mit den zu untersuchenden Lösungen behandelt.

A. Die Plattenmethode. 24 Stunden alte, gut und gleichmäßig auf 16 ccm Agar gewachsene Oberflächenkulturen wurden mit der zu untersuchenden Lösung des Desinfektionsmittels überschichtet, nach bestimmten Zeiten 3 Ösen von dem Bakterienrasen abgenommen und in Kölbchen mit 50 ccm steriler Bouillon übertragen; die Bouillon wurde dann 8 Tage lang beobachtet.

B. Versuche mit Aufschwemmungen nach der Gruberschen Methode. Eine 24 Stunden alte auf Schrägagar gewachsene Kultur wurde in 10 ccm 0,85%iger Kochsalzlösung aufgeschwemmt und durch sterile Leinwand filtriert; diese Aufschwemmung wird dann in bekannter Weise mit dem gleichen Volumen Desinfektionsmittellösung von doppelter Konzentration gemischt; nach bestimmten Zeiten werden mit sterilen Pipetten 3 Tropfen in Erlenmeyerkölbchen mit 50 ccm Bouillon übertragen und wie oben beobachtet.

Zum Vergleiche wurde die Desinfektionswirkung ebenso starker Phenollösungen festgestellt.

Tabelle I. Staphylococcus pyogenes aureus.

(Versuche nach der Plattenmethode).

	Nach Einwirkung des Mittels während														
	2	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	45	50	60	120
	Minuten														
2,0%ige Phenostal Tablettenlösung	+	+	—	—	—	—									
1,5 " " "	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—				
1,0 " " "							+	—	—	—	—				
0,75 " " "							+	+	+	+	+	+	—	—	
0,5 " " "												+	+	+	+
5,0 %ige Lösung v. Phenostal techn.	+	—	—	—	—										
3,0 " " " " "	+	+	+	+	—	—	—								
1,0 " " " " "									+	+	—	—			
2,0 %ige Karbolsäurelösung	+	+	+	—	—	—	—								
1,5 " "	+	+	+	+	+	+	—	—	—						
1,0 " "	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—

Tabelle II. Bacterium coli.

(Plattenmethode).

	Nach Einwirkung des Mittels während						
	2	3	5	8	10	15	30
	Minuten						
2,0 %ige Phenostal-Tablettenlösung	+	+	+	—	—	—	
1,5 „ „ „	+	+	+	+	—	—	
1,0 „ „ „	+	+	+	+	+	—	
2,0 %ige Karbolsäurelösung	+	+	+	+	—	—	
1,5 „ „	+	+	+	+	—	—	
1,0 „ „	+	+	+	+	+	+	—

Tabelle III. Bacterium typhi.

(Plattenmethode).

	Nach Einwirkung des Mittels während					
	1	2	4	6	10	20
	Minuten					
2,0 %ige Phenostal Tablettenlösung	—	—	—	—	—	
1,5 „ „ „	+	—	—	—	—	
1,0 „ „ „	+	+	+	—	—	—
2,0 %ige Karbolsäurelösung	+	+	—	—	—	—
1,0 „ „	+	+	+	—	—	—
1,0 „ „	+	+	+	+	+	—

Tabelle IV. Bacillus suipestifer.

(Plattenmethode).

	Nach Einwirkung des Mittels während			
	1	3	5	10
	Minuten			
2,0 %ige Phenostal-Tablettenlösung	—	—	—	—
1,0 „ „ „	+	—	—	—
2,0 %ige Karbolsäurelösung	+	+	+	—
1,0 „ „	+	+	+	—

Tabelle V. Staphylococcus pyogenes aureus.

(Nach der Gruberschen Methode).

	Nach Einwirkung des Mittels während			
	3 Minuten	8 Minuten	30 Minuten	2 Stunden
5 %ige Lösung von Phenostal techn.	—	—	—	
3 „ „ „ „ „	+	—	—	
1 „ „ „ „ „	+	+	—	
5 %ige Karbolsäurelösung	—	—	—	
3 „ „	+	—	—	
1 „ „	+	+	+	+

Wie der Versuch nach der Plattenmethode zeigt — s. Tabelle I — stand das technische Phenostalpräparat in der Desinfektionswirkung gegenüber Staphylokokken hinter dem Phenostal in Tablettenform zurück.

Im allgemeinen sind die Unterschiede zwischen der Wirkung gleichprozentiger Phenostaltablettenlösungen und Karbolsäurelösungen bei Verwendung der Plattenmethode namentlich bei höheren Konzentrationen nicht sehr groß; dies tritt namentlich deutlich hervor bei der Einwirkung 2- und 1%iger Lösungen auf Kulturen von Staphylokokken und Bacterium coli; dagegen macht sich ein stärkerer Unterschied bei den 1%igen Lösungen bemerkbar. Gegenüber Bacillus typhi und Bacillus suipestifer aber sind 2- und 1%ige Phenostallösungen wesentlich wirksamer als 2- und 1%ige Phenollösungen.

Auch bei den Versuchen mit Aufschwemmungen ist ein Unterschied in der Wirkung von Phenostal und Phenol in 5- und 3%iger Lösung nicht festzustellen, dagegen eine wesentlich bessere Wirkung der 1%igen Phenostallösung im Vergleich zu der 1%igen Phenollösung.

Die Milzbrandsporen, die im Ohlmüllerschen Apparat eine Resistenz von 4 Minuten gegen strömenden Wasserdampf besaßen, wurden durch eine 5%ige Phenostaltablettenlösung in 8 Stunden, durch eine 5%ige Phenollösung aber erst nach 48 Stunden abgetötet.

Zur Prüfung der Giftwirkung des Phenostals wurde grauen Hausmäusen im Gewicht von 18—20 g je ein ccm einer 0,5- bezw. 0,25%igen Lösung subkutan injiziert. Dabei ist zu bemerken, daß diese Tiere sehr empfindlich gegen Karbolsäure sind.

Maus I und II: Je 1 ccm einer 0,5%igen Phenostallösung. Bei I treten nach 10 Minuten leichtere Krämpfe auf, die etwa 20 Minuten anhalten, bei II nach 10 Minuten stärkere Krämpfe die bis zum Tode, der nach 3 Stunden eintritt, fortbestehen. Maus III und IV mit je 1 ccm 0,25%iger Phenostal-Tablettenlösung, zeigen nach 10 Minuten leichtere Krämpfe, die nach einer halben Stunde aufhören.

Maus V und VI wurden mit je 1 ccm 0,5%iger, Maus VII und VIII mit je 1 ccm 0,25%iger Lösung von Phenostal techn. behandelt.

Während V und VII reaktionslos und ohne Krämpfe blieben, traten bei VI und VIII sofort leichtere Krämpfe auf, die nach 10 Minuten stärker wurden. Beide starben nach 15 Minuten. Irgend welche Veränderungen an den inneren Organen, insonderheit an den Nieren, konnten makroskopisch nicht wahrgenommen werden.

Zur Kontrolle wurde Maus IX, X und XI je 1 ccm einer 0,5%igen Lösung, Maus XII, XIII und XIV ebensoviel einer 0,25%igen Lösung von Acid. carbol. liquefact. subkutan injiziert.

Bei IX setzten sofort starke Krämpfe ein, die lange Zeit anhielten. Nach 1½ Stunden sind Beine und Maul rot gefärbt. Das Tier erholt sich und bleibt am Leben. Die Rötung ist nach 24 Stunden geschwunden.

X stirbt nach 3 Stunden unter andauernden Krämpfen.

Bei XI treten nach 3 Stunden leichtere Krämpfe ein, die nach 10 Minuten stärker werden, aber nach 1 Stunde aufhören. Die 3 mit der schwächeren Lösung behandelten Tiere (XII—XIV) bleiben am Leben, nachdem kurze Zeit geringe Krämpfe bestanden haben. Lösungen von Phenostaltabletten sind somit nicht giftiger als die entsprechenden Karbolsäurelösungen; das Präparat Phenostal technisch wirkt giftiger als das reine Phenostal in Tablettenform.

II. Morbicid KT.

Das Präparat Morbicid KT besteht nach den Angaben der Firma Schülke und Mayr in Hamburg aus einer 37% Rohkresol und 11% Formaldehyd enthaltenden Harzseifenlösung. Es bildet eine braune klebrige Flüssigkeit, die nach Teerölen und in geringerem Grad auch nach Formaldehyd riecht.

Es unterscheidet sich durch seinen Kresolgehalt von anderen von der Fabrik hergestellten Morbicidpräparaten, dem Morbicid G und Morbicid technisch, die Formal-

dehyd in einer Harzseifenlösung enthalten; der Gehalt an Formaldehyd in ihnen beträgt nach **Frank** — veröffentlicht in der Arbeit von **Seligmann** (17) — 11,92%, nach **Allemann** (12) 13,5% Formaldehyd.

Die **Desinfektionskraft** dieser beiden Präparate ist nach **Seligmann** (17), **Töpfer** (18), **Schermann** (16), **Küster** (15), von **Böhm** (13) und **Keßler** (14) wesentlich **höher** als die von Formaldehydlösungen von entsprechendem Gehalt und von Lysoformlösungen.

Über das Morbicid KT liegen bis jetzt in der Literatur keine Angaben vor.

Bei den nachstehenden Versuchen wurden die bei den Phenostalversuchen beschriebene Plattenmethode und an Seidenfäden angetrocknete Milzbrandsporen benützt. Zum Vergleich der Wirkung wurden Lösungen von Phenol, Verdünnungen von Kresolseifenlösung, Lysol, 40%iger Formaldehydlösung und Lysoform von gleichem Gehalt herangezogen.

Tabelle VI. Staphylococcus pyogenes aureus. (Plattenmethode.)

	Einwirkung des Mittels während								
	20	30	45	60	1 1/2	2	2 1/4	2 1/2	3
	Minuten				Stunden				
5%ige Morbicidlösung	+	+	+	+	+	—	—	—	—
3 „ „	+	+	+	+	+	+	+	—	—
5%ige Losung von Lysoform	+	+	+	+	+	+	+	+	—
3 „ „ „ „	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5%ige Lösung des 40%igen Formalins	+	+	—	—	—	—	—	—	—
3 „ „ „ 40 „ „	+	+	+	+	—	—	—	—	—
5%ige Verdünnung der Kresolseifenlösung des Arzneibuchs	+	—	—	—	—	—	—	—	—
3%ige Verdunnung der Kresolseifenlösung des Arzneibuchs	+	+	+	+	—	—	—	—	—
5%ige Karbolsäurelösung	+	+	+	+	+	+	—	—	—
3 „ „	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Tabelle VII. Bacterium coli. (Plattenmethode.)

	Einwirkung des Mittels während												
	5	8	10	12	15	20	25	30	45	60	90	120	
	Minuten												
3%ige Morbicidlösung	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	
1 „ „	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
3%ige Lysollösung	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+	
1 „ „	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	+	
3%ige Verdünnung der Kresolseifenlösung	+	+	+	+	+	+	+	+	—	+	—	+	
1 „ Verdünnung der Kresolseifenlösung nach dem Arzneibuch	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
3%ige Formalinlösung	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	nach
							+	+	—	—	—	—	48 Std.
1 „ „	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—	—	—	nach
									+	+	—	—	48 Std.

Tabelle VIII. Milzbrandsporen an Seidenfäden.

	Einwirkung des Mittels während						
	4	6	8	10	12	24	36
	Stunden						
10%ige Morbicidlösung	+	+	+	+	—	—	—
5 „ „	+	+	+	+	+	—	—
10%ige Lysoformlösung	+	+	+	+	+	—	—
5 „ „	+	+	+	+	+	+	—
10%ige Formalinlösung	+	+	—	—	—	+	—
5 „ „	+	+	+	+	+	+	—
10%ige Verdünnung der Kresolseifenlösung nach dem Arzneibuch	+	+	+	+	+	+	+
5 „ Verdünnung der Kresolseifenlösung nach dem Arzneibuch	+	+	+	+	+	+	+
10%ige Karbolsäurelösung	+	+	+	+	+	+	+
5 „ „	+	+	+	+	+	+	+

+ bedeutet Wachstum, — kein Wachstum.

Gegenüber dem Staphylococcus pyogenes aureus erwiesen sich 3- und 5%ige Lösungen des Morbicid KT als wirksamer, als gleich starke Lösungen von Lysoform und Phenol; dagegen standen sie hinter gleich starken Verdünnungen der Kresolseifenlösungen des Deutschen Arzneibuchs (IV. Ausgabe) und der 40%igen Formaldehydlösung des Handels zurück. Dabei ist zu bemerken, daß der Formaldehydgehalt der letztgenannten Lösung mehr als dreimal so hoch ist, als der der angewandten Morbicidlösung. Auch bei diesen Versuchen tritt die verhältnismäßig große Widerstandsfähigkeit der Staphylokokken gegenüber Formaldehyd hervor. Gegen Bacterium coli erwiesen sich 1- und 3%ige Verdünnungen der 40%igen Formaldehydlösung gleichfalls wirksamer als 1- und 3%ige Morbicidlösungen, während diese den gleich starken Verdünnungen von Lysol und Kresolseifenlösung überlegen waren. Das Bild wird in diesem Falle allerdings durch ungleiche Resultate getrübt: es waren z. B. bei der Einwirkung 1%iger Lysollösung nach 45, 60 und 90 Minuten keine wachstumsfähigen Keime mehr nachzuweisen wohl aber nach 120 Minuten. Diese ungleichmäßige Wirkung ist vermutlich auf die Mitübertragung von Desinfektionsmittel mit den zu verimpfenden Bakterien zurückzuführen. Auch bei der Formaldehydlösung macht sich eine vorübergehende Wachstumshemmung geltend.

An Seidenfäden angetrocknete Milzbrandsporen von einer Dampfresistenz von 4 Minuten wurden in einer 10%igen Lösung des Präparats Morbicid KT in 4 Stunden, in 5%iger in 6 Stunden abgetötet. 5%ige Phenollösung wirkte nicht in 24 Stunden abtötend.

Milzbrandsporen von einer Dampfresistenz von 6 Minuten waren auch gegen Morbicid KT widerstandsfähiger: Abtötung durch 10%ige Lösungen in 12 Stunden, durch 5%ige in 24 (nicht in 12) Stunden. Auch hier wurden Vergleichsversuche

mit anderen Desinfektionsmitteln, Phenol, der offizinellen Kresolseifenlösung, Lysoform und reiner Formaldehydlösung angestellt — s. Tabelle VIII.

Aus 3%iger mit Leitungswasser hergestellter Lösung des Präparats Morbicid KT schied sich bei mehrtägigem Stehen eine klebrige harzartige Masse ab, die fest an dem Boden des Gefäßes haftete. Ein weiterer Nachteil des Präparats neben der Unbeständigkeit seiner Verdünnung mit Wasser ist seine Klebrigkeit, die eine bequeme und rasche Dosierung verhindert.

Zur Händedesinfektion ist das Morbicid KT infolge des den Händen anhaftenden Teerölgeruchs, der sich auch durch mehrfaches Waschen und durch Alkohol nicht entfernen läßt, nicht verwendbar.

Die Giftigkeit ist, wie nachstehende mit Mäusen angestellte Versuche zeigen, gering.

Maus I und II erhalten je 1 ccm 0,5%iger Morbicidlösung. Maus I bleibt reaktionslos, II bekommt 20 Minuten nach der Injektion geringe 25 Minuten lang anhaltende Zuckungen. Maus III und IV, die die gleiche Menge, nur in 0,25%iger Lösung injiziert erhalten, zeigen dieselben Erscheinungen.

Husinol.

Unter dem Namen Husinol wird von B. Braun in Melsungen ein festes Kresolseifenpräparat in den Handel gebracht, das schon von früher unter dem Namen Eunan bekannt ist.

Es besteht aus Kresol, stearinsaurem Natrium und freiem Alkali[1]) und wird in braunen etwa pfennigstückgroßen Tabletten zu 1 g und in etwa 3 cm langen, 1 cm starken Rollen zu 5 g geliefert. Nach Angabe des Herstellers enthält eine 1 g Tablette 0,5 g Kresol.

Tabelle IX. Staphylococcus pyogenes aureus.
(Plattenmethode).

	Einwirkung des Mittels während															
	2	3	4	5	6	8	10	12	15	20	30	45	60	90	100	120
	Minuten															
5%ige Husinollösung	—	—	—	—	—	—	—					nach 2 × 24 Std. bei 37° C.				
	+	+	—	—	—	—	—									
3 „ „	+	+	+	—	—	—	—									
2 „ „												+	+	—	—	—
1,5 „ „												+	+	+	—	—
1,0 „ „												+	+	+	+	—
5%ige Paralysoltablettenlösung		—	—	—	—	—	—									
		+	—	—	—	—	—									
3 „ „		+	+	—	—	—	—									
1 „ „				+			+	—	—	—						
2%ige Kresolseifenlösung								+	+	+	—	—				
1,5 „ „								+	+	+	—	—				
1,0 „ „								+	+	+	—	—				

[1]) Zeitschr. f. Medizinbeamte 07 S. 475 und Apoth. Ztg. 08 S. 70.

Digitized by Google

Tabelle X. Bacillus Typhi.

	Einwirkung des Mittels während						
	3	5	10	15	20	30	
	Minuten						
2,0 %ige Husinollösung	+	+	—		—	—	
1,0 „ „	+	+	+	—	—	—	
			+	+	—	—	nach 2 Tagen bei 37° C
2,0 %ige Karbolsäurelösung	+	—	—	—	—		
1,0 „ „	+	+	+	+	—	—	

Tabelle XI. Bacterium coli.

	Einwirkung des Mittels während									
	3	5	10	15	20	30	40	60	70	80
	Minuten									
2,0 %ige Husinollösung	+	—	—	—	—					
1,0 „ „	+	+	—	—	—					
2,0 %ige Karbolsäurelösung					+	+	—	—	—	—
1,0 „ „						+	+	+	+	—

Tabelle XII. Bacillus avisepticus (Hühnercholera).

	Einwirkung des Mittels während				
	30	60	90	120	
	Minuten				
1,0 %ige Husinollösung	—	—	—	—	
	+	—	—	—	nach 2 Tagen bei 37° C
	+	+	+	+	„ 6 „ „ 37° C
1 %ige Kresolseifenlösung Ph. S. W.	—	—	—	—	
	+	—	—	—	nach 2 Tagen bei 37° C
	+	—	—	—	„ 6 „ „ 37° C

Tabelle XIII. Bacillus suipestifer.

	Einwirkung des Mittels während				
	3	5	8	10	15
	Minuten				
2,0 %ige Husinollösung	+	—		—	—
1,0 „ „	+	+		—	—
2,0 %ige Karbolsäurelösung	+	+	+	—	—
1,0 „ „	+	+	+	—	—

Der Vorteil, den für manche Zwecke die Mitführung von Kresolseifepräparaten in fester Form bietet, wird zum Teil wieder aufgehoben durch die Schwerlöslichkeit des Präparates auch in warmem Wasser: die zur Herstellung einer 2,5 %igen Lösung erforderlichen 25 Eingrammtabletten brauchen zur Lösung in einem Liter Wasser von

80° 10 Minuten; fortwährendes Umschütteln beschleunigt die Lösung etwas. Die 5 g-Zylinder müssen zur Lösung in kleine Stücke zerschnitten werden.

Die entstehende Lösung riecht intensiv nach Kresol, ist warm nicht ganz klar und trübt sich bei der Abkühlung völlig; kalt hat sie das Aussehen von Milchkaffee.

Nach Saito (19) wirkt eine 1%ige Lösung des Präparats gegenüber Staphylokokken etwas schwächer als eine 1%ige Lysollösung.

Nach den mit der Plattenmethode (s. o.) angestellten Versuchen steht das Husinol in der Wirkung gegenüber Staphylokokken und dem Erreger der Hühnercholera hinter der der Kresolseifenlösung des Deutschen Arzneibuches (Ausgabe IV) zurück, übertrifft aber gleichprozentige Lösungen von Phenol in der Wirkung auf Bacterium coli und den Bac. suipestifer, während es gegenüber dem Typhusbazillus gleich wirksam ist wie Phenol.

Milzbrandsporen an Seidenfäden werden durch 0,5%ige Lösungen nicht in 3 Tagen, durch 10%ige nicht in 24 Stunden abgetötet.

Dahlem, März 1910.

Literatur.

Phenostal.

1. Croner und Schindler, Desinfektion 1 S. 47. 1908.
2. Croner und Schindler, ebenda S. 172.
3. Erb, Desinfektion 2, 110. 1909.
4. Hailer, Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte 33, 500, 1910.
5. Kalähne, Desinfektion 2, 233. 1909.
6. Küster, Zentralbl. f. Bakt., Orig. 50, 233. 1909.
7. Mayer, Zentralbl. f. Bakt., Orig. 49, 576. 1909.
8. Moldovan, Desinfektion 2, 487. 1909.
9. Saito, Desinfektion 1, 267. 1909.
10. Schneider, Hyg. Zentralbl. 4, 201. 1908.
11. Schneider, Desinfektion 1, 170. 1908.

Morbicid.

12. Allemann, Zeitschr. f. analyt. Chemie 49, 265. 1910.
13. v. Böhm, 3, 113. 1910.
14. Kessler, Desinfektion 3, 183. 1910.
15. Küster, Hyg. Rundschau 19, 930. 1909.
16. Schermann, Inaug.-Diss. Königsberg. 1909.
17. Seligmann, Desinfektion 1, 12. 1908.
18. Töpfer, Deutsche med. Wochenschr. 1908, 1512.

Husinol.

19. Saito s. 9.

Beiträge zum Nachweis der Benzoesäure in Nahrungs- und Genußmitteln.

Von

Dr. Ed. Polenske,
Technischem Rat im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

I. Über die quantitative Bestimmung der gesamten Benzoesäure in Preißelbeeren und in Preißelbeerkompot.

Das natürliche Vorkommen der Benzoesäure im Pflanzenreich gehört nicht zur Seltenheit. In größerer Menge ist diese Säure in den Preißelbeeren (Vaccinium vitis idaea), Moosbeeren (Vacc. oxycoccos) und Kranbeeren (Vacc. marcrocarpum) nachgewiesen worden. Nach Untersuchungen von C. Griebel[1]) enthalten die genannten drei Beerenfrüchte neben freier, auch noch als Glycosid esterartig gebundene Benzoesäure.

Über die Gesamtmenge der in Preißelbeeren vorhandenen Benzoesäure zeigen die Literaturangaben große Unterschiede, die zum Teil auf den verschiedenen Reifezustand der Beeren, teilweise aber wohl auch auf die Anwendung verschiedener Untersuchungsmethoden zurückgeführt werden müssen. Die nachstehende Arbeit hat lediglich die Mitteilung einer zweckmäßigen Methode zum Gegenstande, nach der in Preißelbeeren und in Preißelbeerkompot der Gesamtgehalt der Benzoesäure mit guter Übereinstimmung bestimmt werden kann.

Das vorliegende Verfahren, welches zu gleichem Zweck auch auf andere Pflanzenstoffe angewandt werden kann, zerfällt 1. in die Auslaugung des Rohstoffs, 2. in die Herstellung der Rohbenzoesäure, 3. in die Reinigung der Rohsäure durch das Oxydationsverfahren mit Permanganat nach C. v. d. Heide und F. Jakob[2]), 4. in die Sublimation und das Titrieren der reinen Benzoesäure; es wird folgendermaßen ausgeführt. „50 g der zu einem Brei zerquetschten oder zerriebenen Substanz werden in einem Kolben von 500 ccm Inhalt mit 300 ccm 96 %igem Alkohol gemischt. Nach Verbindung des Kolbens mit einem Kühlrohr wird das Gemisch unter öfterem Umschütteln auf dem Wasserbade bei etwa 70° 1 Stunde lang erhitzt. Darauf wird das auf etwa 40° abgekühlte Gemisch mit starker Natronlauge (1 + 2) alkalisch gemacht und dann mit noch soviel Lauge versetzt, bis sich ein grüner Farbumschlag zeigt, wobei sich die Flüssigkeit aufhellt. Hierauf wird das auf 15° abgekühlte Gemisch

[1]) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- und Genußmittel. 1910, 19, 241.
[2]) Ebenda. 1910, 19, 138.

Digitized by Google

mittels einer Wasserstrahlluftpumpe durch eine Wittsche Platte filtriert und der auf der Platte zusammengepreßte Rückstand 5mal mit je 20 ccm 96%igem Alkohol ausgelaugt. Das alkalische klare Filtrat wird zuerst durch Destillation und dann durch Verdunsten in einer Schale auf dem Wasserbade vom Alkohol befreit. Der noch warme Rückstand, dessen Volum etwa 40 ccm beträgt, wird alsdann mit verdünnter Schwefelsäure (1 + 3) stark angesäuert und noch warm durch ein gut anliegendes, genäßtes Filter in einen Schüttelzylinder von 300 ccm Inhalt filtriert. Schale und Rückstand werden alsdann mit angesäuertem warmen Wasser solange gewaschen, bis das letzte Filtrat farblos abfließt. Das etwa 80 ccm betragende klare Filtrat wird zuerst mit 50 ccm Äther 1 Minute lang und dann nach Zusatz von 50 ccm Petroläther vom Siedepunkt 50° mindestens ebensolange kräftig durchgeschüttelt. Nachdem sich das Äther-Petroläthergemisch scharf abgeschieden hat, trennt man es von der sauren Flüssigkeit und entzieht ihm durch Ausschütteln mit 10 ccm einer 5%igen Natronlauge die Benzoesäure. Mit dem von der benzoathaltigen Lauge sich abscheidenden Äther-Petroläthergemisch werden alsdann noch weitere vier Ausschüttelungen der sauren Flüssigkeit ausgeführt, mit den so erhaltenen Ausschüttelungen wird unter Anwendung derselben Lauge in gleicher Weise wie vorher verfahren. Die wässerige, alkalische, benzoathaltige Lauge nebst Waschwasser gibt man in eine Porzellanschale, erwärmt auf dem Wasserbad und zerstört nunmehr durch tropfenweisen Zusatz einer gesättigten Permanganatlösung, bis die Rotfärbung einige Minuten bestehen bleibt, die organischen Beimengungen der in Lösung befindlichen Benzoesäure. Nach Beendigung der Oxydation setzt man zur Entfernung des überschüssigen Permanganats tropfenweise eine gesättigte Lösung von Natriumsulfit hinzu, säuert dann mit verdünnter Schwefelsäure an und bringt den ausgeschiedenen Braunstein durch weiteren vorsichtigen Zusatz von Natriumsulfitlösung gerade in Lösung.

Der klaren, farblosen Flüssigkeit, in der sich beim Erkalten zuweilen schon kristallisierte Benzoesäure abscheidet, wird die Benzoesäure durch viermaliges Ausschütteln mit je 15 ccm Äther entzogen.

Die vereinigten Ätherauszüge läßt man in einem trockenen Becherglase ½ Stunde lang absetzen und filtriert die ätherische Lösung dann durch einen in das Trichterrohr eingeschobenen, etwa 2 cm langen entfetteten und getrockneten Wattestopfen, in ein Destillierkölbchen. Nach dem Abdestillieren des Äthers aus einem Wasserbade von 37—38° bringt man den in etwa 8—10 ccm Äther gelösten Rückstand unter Zusatz einiger Stäubchen Bimssteinpulvers in ein Reagenzglas von etwa 16 cm Länge und 1½ cm lichter Weite und destilliert den Äther aus dem Wasserbade bei 37—38° ab. Der trockene Rückstand wird zuerst mit 2 g trockenem, gereinigten Seesand bedeckt, darauf durch eine etwa 12—13 cm tief eingeschobene Scheibe Filtrierpapier von dem oberen, rein gebliebenen Teile des Reagenzglases getrennt und dann sublimiert. Als Heizbad für die Sublimation verwendet man ein 7 cm hohes und 3½ cm weites Wägegläschen, welches 4 cm hoch mit Paraffinöl gefüllt wird. Die Öffnung des Glases bedeckt man mit einer Scheibe von Kartenpappe, in der sich zwei passende Öffnungen für das Reagenzglas und Thermometer befinden. Das Paraffinbad stellt man auf ein mit Asbesteinlage versehenes Drahtnetz, dann wird das mit einem Uhr-

glas bedeckte Reagenzglas senkrecht etwa 4 cm tief in das Paraffinöl gehängt und durch 4 Stunden langes Erhitzen des Paraffinbades auf 180—190° die Sublimation der Benzoesäure bewerkstelligt. Nach Beendigung der Sublimation befindet sich das farblose, kristallinische Sublimat unmittelbar oberhalb der Pappscheibe an den Wandungen des Reagenzglases. Das außen gesäuberte Reagenzglas wird etwa 1 cm unterhalb des Sublimatansatzes mit einem scharfen Feilstrich versehen und der untere Teil des Glases mit einem glühenden Glasstabe abgesprengt. Nachdem das Gewicht der Röhre mit dem Sublimat festgestellt worden ist, werden die Kristalle in neutralem Alkohol gelöst und unter Zusatz von Phenolphthalein mit $^{n}/_{10}$ Lauge titriert. 1 ccm $^{n}/_{10}$ Lauge entspricht 0,0122 g Benzoesäure.

Das Sublimat besteht aus farblosen, federförmigen Kristallen, deren Schmelzpunkt bei 121°, dem Schmelzpunkte der Benzoesäure, liegt. Die neutralisierte wässerige Lösung des Sublimats gibt mit Ferrichloridlösung den charakteristisch fleischfarbigen Niederschlag von Ferribenzoat.

Um bei einer Nachprüfung des Verfahrens einen sicheren Erfolg zu verbürgen, hielt ich es für notwendig, das Verfahren möglichst eingehend zu beschreiben.

Die nach diesem Verfahren ausgeführten Bestimmungen der Benzoesäure erstreckten sich auf mehrere Proben frischer Preißelbeeren von verschiedener Reife, auf eine Probe getrockneter Preißelbeeren (Handelsware) und einige Proben in verschiedenen Haushaltungen mit und ohne Zuckerzusatz eingekochten Preißelbeerkompots. Die erhaltenen Untersuchungsergebnisse befinden sich in folgender Tabelle (S. 152).

Aus nachstehender Tabelle geht hervor, daß die in den untersuchten Proben frischer Preißelbeeren natürlich vorkommende Gesamtmenge von Benzoesäure, je nach dem Reifezustand der Beeren, 0,089—0,206 % betrug. Die nahe Übereinstimmung der Werte in den Spalten 3 und 4 der Tabelle beweist, daß die nach vorstehendem Verfahren durch Sublimation erhaltene Benzoesäure nahezu rein ist. Die Werte für den Prozentgehalt des jeweiligen Ausgangsmaterials an Benzoesäure in der letzten Spalte der Tabelle sind mit Hilfe der Werte in Spalte 4 der Tabelle berechnet.

Zu einem ähnlichen Ergebnis bezüglich des Benzoesäuregehalts der Preißelbeeren kam auch Griebel (a. a. O.).

Nach dem Verfahren von Griebel, unter Anwendung der Wasserdampf-Destillation, wurde eine etwas geringere Menge Benzoesäure erhalten, als nach dem Sublimationsverfahren. Die Versuche Nr. 1 und 4 ergaben nach dem Wasserdampf-Destillationsverfahren nur 0.109 bezw. 0.192 % Benzoesäure.

In je 100 g Heidelbeeren (Vacc. myrtillus) und Wald-Erdbeeren konnte nach meinem Verfahren weder Benzoesäure noch Salizylsäure nachgewiesen werden.

II. Über den Nachweis von Benzoesäure im Wein.

Zu den bisher bereits bekannten Verfahren zum Nachweis der Benzoesäure im Wein ist kürzlich ein neues Verfahren[1]) von C. v. d. Heide und F. Jakob „Über den Nachweis der Benzoesäure, Zimtsäure und Salizylsäure im Wein“ getreten.

[1]) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- und Genußmittel. 1910. 19. S. 137 ff.

Digitized by Google

Tabelle über den Benzoesäuregehalt der Preißelbeeren und des Preißelbeerkompots.

Versuche	Beschaffenheit der Substanz	Angewandte Substanzmenge g	Gewicht des Sublimats g	Gewicht der titrierten Benzoesäure g	Gehalt des Ausgangsmaterials an Benzoesäure %
1	I. Frische Wald-Preißelbeeren, ungleichmäßig reif	50 50	0,062 0,060	0,059 0,058	0,117
2	Desgl.	50 50	0,073 0,072	0,068 0,069	0,137
3	Gleichmäßiger reife Beeren	50 50	0,091 0,093	0,088 0,090	0,178
4	Desgl.	50 50	0,118 0,115	0,105 0,101	0,206
5	II. Frische Gebirgs-Preißelbeeren, ungleichmäßig reif	50 50	0,061 0,064	0,056 0,058	0,114
6	Desgl.	50 50	0,049 0,047	0,045 0,044	0,089
7	Reifere Beeren	50 50	0,072 0,075	0,068 0,069	0,137
8	Desgl.	50 50	0,084 0,087	0,081 0,083	0,164
9	III. Lufttrockene Preißelbeeren (Handelsware) Wassergehalt 12%	10[1] 10	0,038 0,041	0,035 0,036	— —
10	IV. Preißelbeerkompot, ohne Zucker eingekocht	50 50	0,074 0,072	0,069 0,069	0,138
11	Mit 40% Zucker eingekocht	50 50	0,042 0,043	0,040 0,040	0,080
12	Mit 50% Zucker eingekocht	50 50	0,030 0,033	0,028 0,031	0,059

Dieses Verfahren erscheint so beachtenswert, daß ich bei Gelegenheit der vorstehend geschilderten Versuche Veranlassung genommen habe, es nachzuprüfen, soweit die Benzoesäure in Betracht kommt. Die hierbei gemachten Beobachtungen und Ergebnisse sind nachstehend erörtert.

Das in Rede stehende Verfahren zerfällt in zwei Abschnitte, in die Isolierung und in die Identifizierung der genannten drei Säuren.

1. Zur Isolierung der Benzoesäure aus dem Wein.

In diesem Abschnitt handelt es sich zuerst um die Herstellung einer für die Ausschüttelung der Rohbenzoesäure geeigneten Weinlösung und dann um die Reinigung der Rohsäure durch das von den beiden genannten Autoren in Anwendung gebrachte Oxydationsverfahren mit Permanganat.

[1]) Die getrockneten Beeren wurden mit 40 g Wasser zu einem Brei zerrieben.

Wenn vorschriftsgemäß 50 ccm schwach alkalisch gemachter Wein bis auf 10 ccm verdunstet und der mit 5 ccm verdünnter Schwefelsäure angesäuerte Rückstand darauf mit 20—40 ccm Äther ausgeschüttelt wurde, dann entstanden fast ausnahmslos hartnäckig zusammenhaltende Emulsionen, die auch auf Zusatz größerer Äthermengen höchstens nur zum Teil zerfielen. Eine glatte Abscheidung der Ätherschicht fand niemals statt. Dieser Übelstand mag bei Gegenwart größerer Mengen von Benzoesäure im Wein von geringerer Bedeutung sein; handelt es sich aber um den Nachweis von etwa nur 2 mg der Säure in 100 ccm Wein, dann ist für ihren Nachweis eine möglichst quantitative Ausschüttelung mit Äther erforderlich, die jedoch nur bei glatter Abscheidung der gesamten Ätherschicht erzielt werden kann. Dies wurde erreicht, wenn die angesäuerte Weinlösung in klar filtriertem Zustande zur Ausschüttelung mit Äther verwendet wurde. Man verfährt also in der Weise, daß man die Weinlösung für die Ausschüttelung mit Äther vorher klar filtriert, wodurch sich, mit Einschluß des Waschwassers, das Volumen der Flüssigkeit um etwa 10 ccm vermehrt, und das Filtrat dreimal mit je 15 ccm Äther ausschüttelt; dann waren bei weiterer Ausführung der Vorschrift der genannten Autoren noch 2 mg Benzoesäure in 100 ccm Wein nachweisbar.

Durch das Oxydationsverfahren mit Permanganat wurden auch bei Wein stets farblose Benzoatlösungen erhalten, deren Ätherausschüttelungen Rückstände von genügender Reinheit für den Nachweis der Benzoesäure hinterließen. Auch konnten die Angaben der genannten Forscher bestätigt werden, daß gleichzeitig vorhandene Salizylsäure durch das Oxydationsverfahren zerstört wird.

2. Zur Identifizierung der Benzoesäure.

Von den Identitätsreaktionen, die von K. Fischer und O. Gruenert[1]) sowie auch von v. d. Heide und Jakob (a. a. O.) eingehend auf ihren Wert geprüft worden sind, haben sich für den Nachweis von Benzoesäure die Mohlersche Reaktion in der von v. d. Heide und Jakob abgeänderten Ausführung und die von Fischer und Gruenert in Vorschlag gebrachte Überführung der Benzoesäure in Salizylsäure durch Schmelzen mit festem Ätzkali (Salizylsäure-Probe) am empfindlichsten erwiesen. Auch die von mir erhaltenen Ergebnisse bestätigen diese Angaben. Indessen soll darauf hingewiesen werden, daß bei der Salizylsäure-Probe die Kalischmelze mit großer Vorsicht auszuführen ist, was meiner Ansicht nach in der Vorschrift von Fischer und Gruenert nicht genügend zum Ausdruck gebracht worden ist. Nur auf diesen Umstand sind die von anderer Seite und auch anfangs von mir mit dieser Methode erhaltenen Mißerfolge zurückzuführen.

Bei folgender Ausführung erhalte ich jetzt stets sehr gute Ergebnisse: Der die zu prüfende Substanz und 2 g grobgepulvertes Ätzkali enthaltende Silbertiegel (Gewicht 28 g, Höhe 4 cm, Bodenweite 2 cm) wird so tief in ein Tondreieck gestellt, daß der Tiegelboden von der Öffnung eines Bunsenbrenners, bei 3 cm hoher Flamme, $2^1/_2$ cm entfernt ist und die Flammenspitze beinahe die ganze Bodenfläche des Tiegels berührt.

[1]) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- und Genußmittel. 1909. 17. 721.

Digitized by Google

Nachdem das Ätzkali während des Umrührens mit einem starken Platindraht innerhalb 35—45 Sekunden geschmolzen ist, wird die Schmelze noch weitere 2 bis höchstens 2½ — im ganzen also etwa 3 Minuten lang erhitzt. Während dieser Zeit macht sich plötzlich eine lebhaftere Reaktion, unter Graufärbung der Schmelze, bemerkbar. Im übrigen ist nach der in Rede stehenden Vorschrift weiter zu verfahren.

In vorgeschriebener Weise ausgeführt, ist die Salizylsäure-Probe zuverlässig und mindestens ebenso empfindlich wie die Mohlersche Probe.

Vorstehende Untersuchung wurde im chemischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamts ausgeführt.

Berlin, im Januar 1911.

Erzeugt die Verfütterung von Spießglanz bei Gänsen Fettleber?

Verfahren zum chemischen Nachweis von Antimon und Arsen in Gänselebern.

Von

Tierarzt **Dr. Poppe**, wissenschaftlichem Hilfsarbeiter
und
Technischem Rat **Dr. Polenske**, ständigem Mitarbeiter
im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

In landwirtschaftlichen Kreisen ist vielfach die Meinung verbreitet, daß der Verfütterung von Spießglanz ein spezifischer Einfluß auf die Gänsemästung, insonderheit auf die Größe der Lebern, zukomme. Bekanntlich wird in einigen Teilen Deutschlands bei der Gänsemästung so verfahren, daß diejenigen Gänse, die als Fettgänse Verwertung finden sollen, „gestopft" werden. Das „Stopfen" oder „Nudeln" der Gänse geschieht in folgender Weise:

Aus einem aus Gerstenmehl und kaltem Wasser bestehenden Teige werden daumenlange und -starke Klöße (Nudeln) geformt. Diese werden den Gänsen einige Wochen lang in etwa zweistündigen Pausen eingegeben. Huperz[1]) bemerkt, daß durch eine dreiwöchige Mast mittels Stopfens die Gänse ein Durchschnittsgewicht von 7 $^1/_2$ bis 8 kg mit einer $^1/_2$ bis 1 kg schweren Leber erlangen.

Durch Zusatz von einer Messerspitze Spießglanzpulver zu dem Kloßteige sollen nun Lebern erzielt werden, die gewöhnliche Gänselebern an Größe um das Doppelte bis Dreifache übertreffen (Brauer[2]).

Der Verwendung des Spießglanzes (Dreifach-Schwefelantimon, Antimontrisulfid) bei der Gänsemästung scheint die Beobachtung zugrunde zu liegen, daß Antimon ebenso wie Arsen bei längerer Verabreichung fettige Entartung der großen Körperparenchyme (Leber, Nieren) und des Herzens erzeugt, eine Erscheinung, wie sie im Extrem bei der chronischen Antimon- und Arsenvergiftung beobachtet wird[3]). Auch

[1]) Die Geflügelzucht. 1898. S. 233 und S. 241.

[2]) Landwirtschaftl. Umschau. 1909. Nr. 32, S. 781.

[3]) Über die pharmakologische und toxikologische Wirkung des Antimons vergl.: Fröhner, Lehrbuch der Arzneimittellehre für Tierärzte. 7. Aufl. 1906. — Kobert, Lehrbuch der Pharmakotherapie. 2. Aufl. 1908. — Meyer und Gottlieb, Experimentelle Pharmakologie. 1910. — Poulsson, Lehrbuch der Pharmakologie. 1909. — Regenbogen, Compendium der Arzneimittellehre für Tierärzte. 2. Aufl. 1906. — Schmiedeberg, Grundriß der Pharmakologie. 5. Aufl. 1906. — Fröhner, Toxikologie für Tierärzte. 3. Aufl. 1910. — Kionka, Grundriß der Toxikologie. 1901. — Kunkel, Handbuch der Toxikologie. 1901.

Digitized by Google

die rein nutritive Wirkung des Antimons, das als die Ernährung förderndes Mittel namentlich in der Tierheilkunde Verwendung gefunden hat, kann die Veranlassung dazu gewesen sein, daß der Spießglanz bei der Gänsemästung Eingang gefunden hat[1]). Nicht unerwähnt darf jedoch bleiben, daß von verschiedenen Seiten die günstige Wirkung der Antimonfütterung auf kleine Beimengungen von Arsen, das im rohen Spießglanz häufig enthalten ist, zurückgeführt wird.

Über die Wirkung der Antimonfütterung auf Tiere liegen nur wenig experimentelle Arbeiten vor. Saikowsky[2]) fand bei Fütterung von Kaninchen mit leicht löslichen Antimonpräparaten, z. B. Antimontrichlorid (0,05—0,1 g pro die, 4—5 Tage lang) eine ausgesprochene Fettmetamorphose der Leber, die sich darin äußerte, daß die vergrößerte Leber eine gelbliche Farbe angenommen hatte und vollkommen dasselbe Bild und in derselben Intensität zeigte, wie man es nach Gebrauch von Arsen-Präparaten sieht. Bei Verfütterung der schwerer löslichen Metantimonsäure (Acidum stibicum) war nur eine geringgradige Leberverfettung und -vergrößerung festzustellen. Hinsichtlich der Verwendung des Spießglanzes bei der Gänsemästung findet sich bei Kitt[3]) die Angabe, daß nach Neyraud durch Antimonfütterung eine besonders starke Leberverfettung zustande kommen soll.

Die nachstehend zu besprechenden Untersuchungen sollten darüber Aufschluß geben

1. ob die Fütterung von Antimon einen spezifischen Einfluß auf die Größe und Beschaffenheit der Leber ausübt, und

2. ob das verfütterte Antimon in der Leber nachweisbar ist.

Die zweite Frage ist auch insofern von Wichtigkeit, als bei Fütterung von arsenhaltigem Antimon von vornherein die Möglichkeit nicht auszuschließen ist, daß Arsen in die Gänselebern übergeht und daß dieser Umstand Gefahren für die menschliche Gesundheit nach sich ziehen kann.

I. Fütterungsversuche.

Von Dr. Poppe.

Zu den Fütterungsversuchen wurden sieben Gänse benutzt. Infolge der Jahreszeit (Januar) war es bei dem ersten Fütterungsversuche nicht möglich, junge Tiere, die sich zum Mästen am besten eignen, zu beschaffen. Da es jedoch zunächst weniger auf die Zunahme des Gesamtkörpergewichts als vor allem auf die spezifische Wirkung des Antimons auf die Leber ankam, wurde der Versuch mit vier mittelschweren, schon etwas angefleischten Gänsen (Nr. I—IV) begonnen. Im Herbst wurde dann der gleiche Versuch mit drei mageren Gänsen (Nr. V—VII) wiederholt.

Als Antimonpräparat wurde einerseits chemisch reines Stibium sulfuratum nigrum und andererseits dem Handel entnommener gewöhnlicher Spießglanz verwendet

---

[1]) Meyer und Gottlieb a. a. O. S. 347.

[2]) Über die Fettmetamorphose der Organe nach innerlichem Gebrauch von Arsenik, Antimon und Phosphorpräparaten. Virchows Archiv Bd. 34, S. 73, 1864.

[3]) Lehrbuch d. patholog. Anatomie der Haustiere. 3. Aufl. 1905. I. Bd. S. 576.

und in Mengen von je 1—2 g pro Tier und Tag verfüttert. Die Fütterung wurde derart vorgenommen, daß die Gänse 4—6mal täglich mit aus Gerstenschrot, Kleie und Wasser hergestellten fingerlangen und -starken Pröpfen gestopft wurden. Als Kontrolltiere dienten zwei Gänse (Nr. III und VII), die kein Antimon bekamen, sondern nur gestopft wurden, während eine weitere Kontrollgans (Nr. IV) täglich 1—2 g Antimon erhielt und auf gewöhnliche Art gefüttert wurde. Die Tiere wurden einzeln in je einem engen Käfig gehalten und hatten Gelegenheit, reichlich Trinkwasser aufzunehmen. Das Gewicht der Gänse wurde in Zwischenräumen von 8 bis 10 Tagen festgestellt.

Über den Verlauf der Versuche ist zu berichten, daß die verfütterten Antimonmengen ohne jede Reaktion vertragen wurden. Nach 3—4wöchiger Mästung wurden die Gänse geschlachtet.

Nachstehende Zusammenstellung gibt über die verfütterten Antimonmengen, über das Gewicht vor Beginn und nach Beendigung des Mästens sowie über das Gewicht der Lebern Auskunft:

Gans Nr. I, gestopft, im ganzen 41 g Stib. sulf. nigr. (chemisch rein), Gewicht am 18. 1. 5000 g, am 2. 3. 5100 g; Gewicht der Leber 59 g = 1,16% des Körpergewichts.

Gans Nr. II, gestopft, im ganzen 41 g Spießglanz (Handelsware), Gewicht am 18. 1. 4720 g, am 2. 3. 4850 g; Gewicht der Leber 58 g = 1,15% des Körpergewichts.

Gans Nr. III (Kontrolle), gestopft, kein Antimon, Gewicht am 18. 1. 2820 g, am 2. 3. 2700 g; Gewicht der Leber 41 g = 1,52% des Körpergewichts.

Gans Nr. IV (Kontrolle), nicht gestopft, im ganzen 82 g Spießglanz (Handelsware), Gewicht am 18. 1. 3210 g, am 2. 3. 3300 g; Gewicht der Leber 34 g = 1,03% des Körpergewichts.

Will man hieraus einen Schluß ziehen, so kann nur das mit Vorbehalt gesagt werden, daß selbst die Verfütterung von 82 g Spießglanz (Gans Nr. IV) einen erkennbaren Einfluß auf die Größe und das Gewicht der Lebern nicht ausgeübt hat. Dies wird auch dadurch bestätigt, daß die Kontrollgans Nr. III, die nur gestopft worden war und kein Antimon erhalten hatte, die relativ schwerste Leber zeigte. Aus den Schlachtbefunden ging des weiteren hervor, daß sämtliche Gänse Fettlebern hatten, wobei jedoch auffiel, daß die Leber der Kontrollgans Nr. III nach ihrer äußeren Beschaffenheit weniger verfettet erschien als die der übrigen Tiere. Untersuchte man Gefrierschnitte, die zur Darstellung des Fettes mit 1%-iger Osmiumsäurelösung behandelt worden waren, so war ein sinnfälliger Unterschied in der Masse und der Verteilung der Fetttröpfchen bei den einzelnen Lebern nicht festzustellen. Auch eine von Herrn Dr. Franz, Mitarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte, ausgeführte spektroskopische Untersuchung des Blutes und der Galle der drei mit Antimon gefütterten Gänse (Nr. I, II und IV) sowie der Kontrollgans Nr. III hat keine Abweichungen von dem normalen Befund ergeben.

Da diese Versuche aus Gründen, die oben erwähnt wurden, zu einem endgültigen Ergebnis nicht geführt hatten, wurde der gleiche Versuch im Herbst mit

Digitized by Google

drei jungen mageren Gänsen, die sich zum Mästen besser eignen, wiederholt. Von einer Kontrollgans, die nur Antimon erhält, im übrigen aber wie gewöhnlich gefüttert wird, wurde diesmal abgesehen, da der Versuch mit Gans Nr. IV bewiesen hatte, daß erheblichen, einer chronischen Antimonvergiftung fast entsprechenden Antimonmengen eine spezifische Wirkung auf die Leber nicht zukommt. Als Antimonpräparat wurde ausschließlich Handelsware „roher Spießglanz“ (Stib. sulf. nigr. crudum) verwendet.

Die verfütterten Antimonmengen, die Gewichte der Tiere und der Lebern sind in der folgenden Übersicht zusammengestellt:

Gans Nr. V, gestopft, täglich 1 g Spießglanz = 22 g im ganzen.

Gewicht am 13. 10.	2950 g
„ „ 20. 10.	3400 „
„ „ 27. 10.	3900 „
„ „ 3. 11.	4250 „

Gewicht der Leber 112 g = 2,64 % des Körpergewichts.

Gans Nr. VI, gestopft, täglich 2 g Spießglanz = 44 g im ganzen.

Gewicht am 13. 10.	3180 g
„ „ 20. 10.	3480 „
„ „ 27. 10.	3850 „
„ „ 3. 11.	4250 „

Gewicht der Leber 102 g = 2,4 % des Körpergewichts.

Gans Nr. VII, gestopft, kein Spießglanz.

Gewicht am 13. 10.	3200 g
„ „ 20. 10.	3500 „
„ „ 27. 10.	3900 „
„ „ 3. 11.	4300 „

Gewicht der Leber 115 g = 2,67 % des Körpergewichts.

Aus diesen Zahlen ist zu ersehen, daß die Gänse im Laufe des Versuches eine erhebliche und dauernd ansteigende Gewichtszunahme zeigten. Die Gänse Nr. V, VI und VII hatten, wie aus dem Befunde nach der Schlachtung hervorgeht, ausgesprochene Fettleber: Leber von hellgelbbrauner Farbe mit fettig glänzender Oberfläche, Schnittfläche graubraun gefärbt und mit feinsten Fetttröpfchen bedeckt. Ein Unterschied in der Beschaffenheit der Lebern zwischen den mit Spießglanz gefütterten Gänsen Nr. V und VI und der Kontrollgans Nr. VII, die kein Antimon erhalten hatte und nur gestopft worden war, war weder makroskopisch noch mikroskopisch, soweit mit Scharlachrot oder Osmiumsäure behandelte Gefrierschnitte in Betracht kommen, festzustellen. Aus dem Vergleich des relativen Gewichtes der Lebern, d. i. das Gewicht der Leber bezogen auf das Gesamtkörpergewicht — Nr. V 2,64 %, Nr. VI 2,4 %, Nr. VII 2,67 % — ergibt sich weiterhin, daß der Fütterung von Spießglanz ein Einfluß auf die Größe und das Gewicht der Lebern nicht zukommt.

Es muß auch darauf hingewiesen werden, daß eine Resorption des Spießglanzes, der im Wasser unlöslich ist, nur in geringem Grade möglich ist. Auf diese Tatsache hat schon Saikowsky (a. a. O.) insofern aufmerksam gemacht, als bei Ver-

wendung schwer löslicher Antimonpräparate nur eine geringgradige Fettmetamorphose der Leber nachgewiesen werden konnte.

Auf Grund der vorstehenden, nur an einem kleinen Material, was ausdrücklich betont werden muß, angestellten Versuche über die Wirkung des Spießglanzes auf Gänse ist die eingangs gestellte erste Frage dahin zu beantworten,

daß dem Spießglanz (Antimon) eine spezifische Wirkung auf das Gewicht und die Beschaffenheit der Lebern der Gänse nicht zukommt.

Es konnte vielmehr festgestellt werden, daß das „Stopfen" der Gänse allein hinreicht, um bei ihnen eine gewisse Lebervergrößerung und Fettleberbildung zu erzeugen.

II. Verfahren zum chemischen Nachweis von Antimon und Arsen in Gänselebern.

Von Dr. Polenske.

Im wesentlichen hatte die chemische Untersuchung der Gänselebern zunächst darüber Aufschluß zu geben, ob in den Lebern der mit spießglanzhaltigem Futter gemästeten Gänse Antimon nachgewiesen werden konnte. Im Hinblick aber auf den Arsengehalt[1]) der hierbei verwendeten beiden Spießglanzsorten (Stib. sulf. nigr. depuratum und crudum) erschien es ferner notwendig, gleichzeitig auch den in den Lebern etwa vorhandenen Arsengehalt festzustellen.

Die vor Beginn der chemischen Untersuchung der Lebern ausgeführten Vorversuche zur Auffindung eines brauchbaren Verfahrens zur Bestimmung von Antimon und Arsen in tierischen Organen führten zur Ausarbeitung des folgenden Verfahrens, das sich als zuverlässig erwies:

Etwa 60—80 g in kleine Stücke zerschnittene Leber werden in einem Rundkolben aus Jenaer Glas von etwa 750 ccm Inhalt mit einem Gemisch von 30 bis 40 ccm konz. Schwefelsäure und 5 ccm rauchender Salpetersäure übergossen. Nachdem die anfangs auftretende lebhafte Reaktion beendet ist, wird der Kolben auf einem Asbestdrahtnetz mit einer kleinen Flamme unter oftmaligem Zusatz kleiner Mengen rauchender Salpetersäure solange erhitzt, bis die organische Substanz zerstört ist und der Rückstand eine farblose Flüssigkeit darstellt. Hierzu werden etwa 50 ccm von der Salpetersäure verbraucht.

Nachdem die erkaltete Lösung durch Verdünnen mit der sechsfachen Menge Wasser und Abdampfen über freier Flamme von der Salpetersäure befreit ist, wird die zurückbleibende Flüssigkeit mit etwa 800 ccm Wasser verdünnt und die Säure zum größten Teil mit Ammoniak neutralisiert. In die noch saure, erwärmte Flüssigkeit wird dann drei Stunden lang Schwefelwasserstoffgas eingeleitet. Darauf läßt man den verschlossenen Kolben über Nacht stehen, und sammelt alsdann den entstandenen Niederschlag im Goochschen Tiegel auf einem Asbestfilter. Außer den gesuchten Metallen Arsen und Antimon enthält dieser Niederschlag Kupfersulfid, welches von den in Lebern stets vorkommenden geringen Mengen von Kupfer her-

[1]) Das verwendete Präparat von Stibium sulfur. nigr. depur. enthielt 0,046 % Arsen
„ „ „ „ „ „ „ crudum „ 0,090 % „

rührt. Zur Trennung des Kupfers von den beiden andern Metallen wird der mit Schwefelwasserstoffwasser gewaschene Niederschlag mit verdünnter Natriumsulfidlösung erwärmt (1 ccm gesättigte Natriumsulfidlösung + 5 ccm Wasser). In dem hierbei ungelöst bleibenden Kupfersulfid ist einige Male das Kupfer in schwefelsaurer Lösung elektrolytisch bestimmt worden. Das Arsen und Antimon enthaltende, erkaltete Filtrat wird nach dem Verfahren von F. Neher[1]) mit dem doppelten Volum rauchender Salzsäure (spez. Gew. 1,19) versetzt und kalt mit Schwefelwasserstoff gesättigt, wobei sich das Arsen als Sulfid abscheidet, während das Antimon gelöst bleibt. Das auf einem Asbestfilter im Goochtiegel gesammelte und mit Salzsäure und Wasser gewaschene Arsensulfid wird in einer Porzellanschale in wenig rauchender Salpetersäure gelöst und die Lösung auf dem Wasserbade verdunstet. In dem in 100 ccm verdünnter Schwefelsäure (1 + 4) gelösten Rückstande wird das Arsen nach Polenske[2]) im Marschschen Apparat bestimmt. Das oben erhaltene antimonhaltige Filtrat wird mit Ammoniak fast neutralisiert, dann mit Wasser auf 1 l verdünnt und mit Schwefelwasserstoff gesättigt. Der abgeschiedene Niederschlag, der bei Gegenwart von Antimon schon meistens schwach rötlich gefärbt ist, wird auf einem gewogenen Asbestfilter im Goochtiegel gesammelt, getrocknet und im Kohlensäurestrom bei 220—230° bis zur Gewichtskonstanz erhitzt. Der gewogene, schwarz gefärbte Rückstand besteht aus Antimontrisulfid, Sb_2S_3.

Prüfung der Reagentien.

Im Hinblik darauf, daß bei dem vorstehenden Verfahren größere Mengen von Zink, Schwefelsäure, rauchender Salpetersäure, Ammoniakflüssigkeit, Schwefelwasserstoff und rauchender Salzsäure zur Verwendung gelangen, war es notwendig, diese Reagentien in den in Anwendung gebrachten Mengen nach der gegebenen Vorschrift auf einen etwaigen Arsengehalt zu prüfen. Dieser Prüfung zufolge waren die genannten Reagentien, auch das Natriumsulfid und der Asbest, praktisch als arsenfrei zu bezeichnen. Der bei dieser Prüfung in dem verengten Teile der Glasröhre hinter der Glühstelle zuweilen sich zeigende geringe Anflug eines Belages war nur schwachgrau und nicht als Arsenspiegel anzusprechen.

Prüfung der Methode.

Zur Prüfung des oben beschriebenen Verfahrens wurden Versuche mit Rindsleber ausgeführt, die mit und ohne Zusatz von Arsen und Antimon zur Untersuchung gelangte. Diese Stoffe wurden der Leber in Form von Lösungen von arseniger Säure und Brechweinstein zugesetzt. Die hierbei erhaltenen Untersuchungsergebnisse finden sich in nachstehender Tabelle A, in der nicht ausgeführte Bestimmungen durch einen Strich (—) angedeutet sind.

---

[1]) Neher, Zeitschr. f. anal. Chemie, 32, S. 45 (1893).
[2]) Polenske, Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, 5, S. 357 (1889).

Tabelle A.

Angewandt in Grammen			Gefunden in Grammen		
Leber	Arsen	Antimon	Arsen	Antimon	Kupfer
60	0	0	Unwägbare Spuren	0	—
„	0,0015 (0,002 As_2O_3)	0,0217 (0,06 Brechweinstein)	0,0014	0,0209	0,0069
„	„	0,00360 (0,01 Brechweinstein)	—	0,0032	—
„	0,00076 (0,001 As_2O_3)	0,0360 (0,10 Brechweinstein)	0,0008	0,035	—

Wie die Tabelle A zeigt, besteht zwischen den zugesetzten und den gefundenen Mengen von Arsen und Antimon eine gute Übereinstimmung, so daß kein Bedenken vorlag, das geschilderte Verfahren zur Untersuchung der Gänselebern zu benutzen.

Die nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren erhaltenen Untersuchungsergebnisse der Lebern der, wie im Abschnitt I näher angegeben ist, mit Antimonpräparaten gefütterten Gänse sind in der folgenden Tabelle B zusammengestellt.

Tabelle B.

Nummer der Gänse	Gewicht der Leber g	Gefundene Mengen in Grammen			Verfütterte Mengen Spießglanz g
		Arsen	Antimon	Kupfer	
I	59	Spiegel 0,0007	0,003	—	41
II	58	Spiegel unwägbar	0,0021	0,0018	41
III	41	Spuren unwägbar	0	0,0053	0
IV	34	Spiegel 0,0022	0,0011	0,007	82
V	112	Spiegel etwa 0,0001	0,0012	—	22
VI	102	„	0,0025	—	44
VII	115	Spuren	0	—	0

Das Ergebnis der chemischen Untersuchung der Gänselebern läßt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Beim Mästen der Gänse mit antimon- und arsenhaltigem Futter findet in den Lebern dieser Tiere eine Aufnahme geringer Mengen von Antimon und Arsen statt.

2. Die Aufnahmefähigkeit der Gänselebern für Antimon und Arsen ist sehr verschieden und ganz individuell und steht in keinem Zusammenhang mit den verfütterten Mengen von Spießglanz.

Wirkung des Antiformins auf Bakterien, Toxine verschiedener Herkunft, rote Blutkörperchen und Serum-Eiweiß.

Von

Stabsarzt **Dr. E. Gildemeister,**

kommandiert zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Das Antiformin fand ursprünglich in der Gärungsindustrie und in dem Brauereigewerbe als Reinigungs- und Desinfektionsmittel Verwendung. Auf Grund eingehender Untersuchungen stellten Uhlenhuth und Xylander weitere für die Bakteriologie äußerst wertvolle Eigenschaften des Antiformins fest. Von diesen verdient besonderes Interesse die bakterienauflösende Eigenschaft des Präparates. Es zeigte sich, daß das Antiformin fast sämtliche Bakterien zur Auflösung bringt, Tuberkelbazillen und andere säurefeste Bakterien dagegen nicht. Uhlenhuth und seine Mitarbeiter haben diese Tatsache praktisch verwertet und eine Methode ausgearbeitet, die gestattet, mittels Antiformin im Sputum selbst spärliche Tuberkelbazillen durch Anreicherung nachzuweisen und direkt aus Sputum und Organen Reinkulturen von Tuberkelbazillen zu züchten. Diese Methode hat sich bereits in der Praxis sehr gut bewährt und wird in weitestem Umfange angewandt. Von einigen Autoren sind kleinere Änderungen der Uhlenhuthschen Antiformin-Methode angegeben worden, jedoch ist bei diesen Modifikationen das Grundprinzip, die Auflösung des Sputums und der Begleitbakterien mittels Antiformin unverändert geblieben.

In gleicher Weise haben Uhlenhuth und Steffenhagen ein Verfahren bei Lepra ausgearbeitet, um mit Hilfe des Antiformins Leprabazillen nachzuweisen. Dabei zeigte sich, daß der Leprabazillus gegen die auflösenden Eigenschaften des Antiformins nicht so resistent ist als der Tuberkelbazillus. Es ist deshalb erforderlich, schwache Antiforminlösungen als Anreicherungsmittel für den bakterioskopischen Nachweis der Leprabazillen im Auswurf und Nasenschleim zu verwenden. Den genannten Autoren gelang es ferner, mittels Antiformin lepröse Gewebe so aufzulösen, daß in manchen Fällen aus diesen Gewebsauflösungen durch Zentrifugieren Leprabazillen gewissermaßen in Reinkultur gewonnen werden konnten.

Neben den bakterienauflösenden Eigenschaften kommt dem Antiformin gegenüber pflanzlichen und tierischen Giften eine beträchtliche zerstörende Wirkung zu, über die von Uhlenhuth und Xylander schon kurz berichtet ist. Auf Veranlassung

von Herrn Direktor Uhlenhuth habe ich in dem von Herrn Stabsarzt Dr. Haendel geleiteten Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes außer Untersuchungen über die Zeitdauer der durch Antiformin verursachten Auflösung der pathogenen Bakterien auch in dieser Richtung hin weitere Untersuchungen ausgeführt. Ferner habe ich Versuche über die hämolytische, Komplement und Eiweiß zerstörende Wirkung des Antiformins angestellt. Es sei mir gestattet, im folgenden über die Versuchsergebnisse zu berichten.

Das Antiformin ist bekanntlich eine Hypochloritlösung (Eau de Javelle bezw. Eau de Labarraque) mit einem Zusatz von Natronlauge und zwar enthält es 5,6 % Natrium hypochlorosum und 7,5 % Natriumhydroxyd. Da es von Interesse war, die Wirkung des Antiformins, des Gemisches von Eau de Javelle und Natronlauge, mit der Einzelwirkung der beiden Komponenten zu vergleichen, so habe ich bei jedem Versuch sowohl die Wirkung des Antiformins als auch die Wirkung des der angewendeten Antiforminmenge entsprechenden Quantums Eau de Javelle bezw. Natronlauge geprüft.

I. Wirkung auf Bakterien.

Die Versuche wurden in der Weise angesetzt, daß von 24 stündigen Schrägagarkulturen — bei Tuberkelbazillen von drei Wochen alten Serumagarkulturen — 1 Öse in 1 ccm physiologischer Kochsalzlösung fein verrieben und zu dieser Bakterienaufschwemmung die Antiformin- bezw. Eau de Javelle- und Natronlaugen-Mischung hinzugefügt wurden. Die Beobachtung erfolgte stets bei Zimmertemperatur. Wie gleich erwähnt sei, hatten die Auflösungsversuche mittels Natronlauge sämtlich ein negatives Ergebnis. Neufeld hat bereits festgestellt, daß sich der Choleravibrio in Kalilauge nicht restlos auflöst. Das gleiche gilt für Natronlauge. Es wurden Choleravibrionen in einer Natronlauge, die 7,5 % Natriumhydroxyd entsprechend dem Natriumhydroxydgehalt des Antiformins enthielt, aufgeschwemmt, 24 Stunden stehen gelassen, sodann zentrifugiert und das Sediment mikroskopisch untersucht. In den Präparaten waren immer noch zahlreiche, wenn auch schlecht färbbare Choleravibrionen nachweisbar. Aus Tabelle I und II (S. 164) ist die Wirkung des Antiformins und des Eau de Javelle auf die verschiedenen Bakterien ersichtlich.

Aus den Zusammenstellungen ergibt sich, daß bei beiden Mitteln in den stärkeren Konzentrationen die Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Bakterienarten nicht so deutlich in die Erscheinung treten wie in den schwächeren. Uhlenhuth und Xylander hatten bereits gezeigt, daß die Vibrionen dem Antiformin wie dem Eau de Javelle gegenüber am wenigsten resistent sind, was durch meine Versuche vollauf bestätigt wird. Wir sehen ferner, daß einzelne Bakterien, wie der Bac. diphtheriae, Bac. coli, Prodigiosus sowie Meningococcus und Micrococcus melitensis sich erheblich länger gegen die auflösende Wirkung des Antiformins resistent erweisen, als die Bazillen der Typhus- und Paratyphusgruppe, als Staphylokokken und Streptokokken. Die mit Milzbrand ausgeführten Versuche betrafen einen Stamm, der sich besonders widerstandsfähig gegen Antiformin erwies. Tuberkelbazillen wurden von keinem der beiden Mittel zur Auflösung gebracht. Aus den beiden Tabellen geht in

Digitized by Google

Tabelle I. Auflösung verschiedener Bakterien in Antiformin.

Bakterienart	Konzentration der Antiforminlösungen in %: Zeitdauer der Auflösung in Minuten: 20 %	10 %	5 %	1 %
Bac. typhi	1½—2	3½—4	6—7	25—28
„ paratyphosus A	2	3½—4	7—8	25—28
„ paratyphosus B	2	4—5	8—9	27—30
„ suipestifer	1½—2	3½—4	6—7	26—28
„ enteritidis Gärtner	2	3—3½	6—7	25—27
„ typhi murium	2	3½—4	7—8	27—30
Vibrio cholerae	1	2	5—6	13—14
„ Metschnikoff	1	2½—3	6—7	13—14
Bac. dysent. Shiga	1½—2	3—3½	6—7	25—27
„ „ Flexner	1½—2	3—3½	6—7	27—30
„ diphtheriae	2	3½—4	9—10	32—34
Bordetscher Bac. des Keuchhustens	2	3—3½	6—7	27—30
Bac. des Rhinoskleroms	1½	3—3½	6—7	22—24
„ coli	2	5	9—10	35—37
„ faecalis alcaligenes	2	3½—4	7—8	25—27
Pyocyaneus	2	3½—4	6—7	25—27
Prodigiosus	2	5½—6	10—11	45—50
Staphylococcus aureus	1½	3—3½	6—7	17—18
Meningococcus	2	4½—5	10—11	42—45
Streptococcus	1½	3½—4	6—7	20—22
Pneumococcus	1½—2	4—4½	6—7	20—22
Micrococcus melit.	2	4½—5	10—11	39—42
Bac. anthracis	25—30	50—60	120—140	nach 24 Stunden nicht vollständig aufgelöst
„ tuberculosis	keine Auflösung innerhalb 24 Stunden	keine Auflösung innerhalb 24 Stunden	keine Auflösung innerhalb 24 Stunden	keine Auflösung innerhalb 24 Stunden

Tabelle II. Auflösung verschiedener Bakterien in Eau de Javelle.

Bakterienart	Konzentration des Eau de Javelle in %: Zeitdauer der Auflösung in Minuten: 20 %	10 %	5 %	1 %
Bac. typhi	15—16	42—45	90—120	Nach 24 Stunden nicht aufgelöst, Flüssigkeit getrübt
„ paratyphosus A	16—17	42—45	90—120	
„ paratyphosus B	16—17	46—50	90—120	
„ suipestifer	14—15	42—45	90—120	
„ enteritidis Gärtner	11—12	44—47	90—120	
„ typhi murium	12—13	45—48	90—120	
Vibrio cholerae	6—7	25—26	60—70	
„ Metschnikoff	8—9	25—26	60—70	
Bac. dysenteriae Shiga	9—10	27—29	60—70	
„ „ Flexner	11—12	30—32	90—120	
„ diphtheriae	18—20	45—48	90—120	
Bordetscher Bac. des Keuchhustens	17—18	31—33	90—120	
Bac. des Rhinoskleroms	9—10	27—29	60—80	
„ coli	16—17	46—50	90—120	

Bakterienart	Konzentration des Eau de Javelles in %:			
	20 %	10 %	5 %	1 %
	Zeitdauer der Auflösung in Minuten:			
Bac. alcaligenes	11—12	27—29	80—90	Nach 24 Stunden nicht aufgelöst, Flüssigkeit getrübt
Pyocyaneus	11—12	34—36	80—90	
Prodigiosus	18—20	48—50	90—120	
Staphylococcus aureus	9—10	30—32	60—70	
Meningococcus	18—20	42—45	90—120	
Streptococcus	15—16	40—42	90—120	
Pneumococcus	15—16	40—42	90—120	
Micrococcus melit.	18—20	46—50	90—120	
Bac. anthracis	nach 24 Stunden nicht aufgelöst	nach 24 Stunden nicht aufgelöst	nach 24 Stunden nicht aufgelöst	
Bac. tuberculosis	"	"	"	

eindeutiger Weise hervor, daß das Eau de Javelle mit viel geringerer Energie Bakterien zur Auflösung bringt als das Antiformin. Die 1%ige Eau de Javelle-Lösung ist nicht einmal mehr imstande, Vibrionen aufzulösen. Zu bemerken ist hierbei, daß zu diesen wie den folgenden Versuchen stets ein möglichst frisches Eau de Javelle verwandt wurde, das 10% Natrium hypochlorosum enthielt. Es hatte demnach die 1%ige Eau de Javelle-Mischung fast einen doppelt so hohen Gehalt an Natrium hypochlorosum als die 1%ige Antiforminmischung.

II. Wirkung des Antiformins auf Gifte.

1. Bakterielle Gifte.

Da Bakterientoxine vielfach wegen ihrer großen Giftigkeit zu Immunisierungszwecken ohne weiteres nicht verwendet werden konnten, hat man bereits frühzeitig begonnen, derartige Gifte durch Wärme und Einwirkung von Chemikalien abzuschwächen. Versuche, das Tetanustoxin durch Chemikalien zu entgiften, sind zahlreich ausgeführt worden. Vaillard benutzte mit Vorteil hierzu Jodwasser, v. Behring wandte zu gleichem Zwecke Jodtrichlorid an. Kitasato berichtet über ausführliche Versuche bei Tetanustoxin. Er fand, daß Salzsäure bei einem Zusatz von 0,55% innerhalb einer Stunde und in der Dosis von 0,365% innerhalb 24 Stunden Tetanustoxin vollkommen entgiftet. Als stark wirksam erwies sich dem genannten Autor das Kresol; ebenso war das Gift gegen Alkalien äußerst empfindlich. Tetanustoxin wird ferner, wie Brieger gezeigt hat, durch Schwefelwasserstoff unwirksam gemacht. Roux und Martin verwandten Lugolsche Lösung, Ehrlich und Bennario Schwefelkohlenstoff zur Abschwächung des Tetanustoxins. Jodtrichlorid erwies sich nach den Untersuchungen von Behring und Wernicke auch geeignet zur Verminderung der Giftigkeit des Diphtherietoxins. Salkowski stellte fest, daß Salizylaldehyd, Karbolsäure, Chloroform und Formalin Diphtherietoxin zerstören. Roux und Yersin fanden, daß Diphtherietoxin durch Ansäuerung mit Milchsäure oder Weinsäure fast völlig entgiftet wird, daß jedoch durch Neutralisierung die Wirksamkeit des Giftes teilweise wiederhergestellt wird. Diese Angaben konnten durch Doerr

Digitized by Google

auch für Mineralsäuren sowohl für Diphtherie- wie Ruhrtoxin bestätigt werden. Neuerdings haben Raubitschek und Ruß nachgewiesen, daß ölsaures Natron sowohl Tetanustoxin wie Diphtherietoxin zerstört, daß aber bei Gegenwart von Serum, Albumosen und Gelatine eine Zerstörung der Gifte nicht eintritt. Wie ich schon eingangs erwähnt habe, haben Uhlenhuth und Xylander feststellen können, daß auch dem Antiformin eine giftzerstörende Wirkung auf verschiedene bakterielle Gifte wie Diphtherie-, Tetanus- und Ruhrtoxin zukommt. Über den Ausfall der von mir systematisch ausgeführten Versuche hierüber sei nachstehend berichtet.

Die Versuche wurden an solchen Tieren ausgeführt, die bekanntermaßen für das betreffende Toxin am empfänglichsten sind. Nach Feststellung der dosis letalis minima wurde zumeist das Mehrfache dieser Dosis stets in gelöstem Zustande eine bestimmte Zeit der Einwirkung des Antiformins, des Eau de Javelle und der Natronlauge in bestimmten Konzentrationen ausgesetzt und dem Tier sodann eingespritzt. Das Antiformin wurde in 2,5-, 5- und 10%igen Lösungen angewandt, das Eau de Javelle in 50%iger Lösung, so daß der Gehalt derselben an Natriumhypochlorit den einer 10%igen Antiforminlösung erheblich übertraf, während die Verdünnung der Natronlauge so gewählt wurde, daß ihr Gehalt an Natriumhydroxyd dem einer 5%igen Antiforminlösung entsprach. Die Injektion erfolgte bei Meerschweinchen intrakardial, bei Kaninchen intravenös und bei Mäusen subkutan.

a) Diphtherietoxin.

Das für diese Versuche verwandte Diphtherietoxin stammte aus dem Institut für experimentelle Therapie in Frankfurt a. M. Es besaß folgende Prüfungskonstanten: L + = 0,63, dosis letalis minima s. c. = 0,011. Bei intrakardialer Zufuhr von 0,005 ccm des Toxins wurden Meerschweinchen von 200 g Gewicht innerhalb dreier Tage getötet. Das Toxin wurde in der 40fachen Menge dieser Dosis = 0,2 ccm, mit je 0,5 ccm einer 2,5-, 5- und 10%igen Antiforminlösung, von 50%iger Eau de Javelle bezw. $^{1}/_{10}$ Normalnatronlauge gemischt und nach fünf Minuten den Meerschweinchen intrakardial injiziert.

Tabelle III zeigt das Ergebnis dieser Versuche.

Tabelle III. Wirkung auf Diphtherietoxin.

Nr.	Art des Mittels	Giftmenge ccm	Einwirkungsdauer Minuten	Art der Einspritzung	Ergebnis
1	0,5 ccm Kochsalzlösung	0,2	5	intracardial	† nach 24 Stunden
2	desgl.	0,005	5	„	† „ 3 Tagen
3	0,5 ccm 2,5 %iges Antiformin	0,2	5	„	† „ 5 „
4	0,5 ccm 5 %iges Antiformin	0,2	5	„	† „ 4 „
5	0,5 ccm 10 %iges Antiformin	0,2	5	„	lebt
6	0,25 ccm Eau de Javelle	0,2	5	„	† nach 48 Stunden
7	0,5 ccm $^{1}/_{10}$ Normalnatronlauge	0,2	5	„	† „ 24 „

0,2 ccm des Diphtherietoxins, verdünnt mit 0,5 ccm Kochsalzlösung, tötete sonach das Meerschweinchen innerhalb 24 Stunden. Die Natronlauge übte in der angewandten Konzentration überhaupt keine, das Eau de Javelle nur eine geringe abschwächende Wirkung auf das Toxin aus. Dagegen hatte die 10%ige Antiforminlösung das Toxin in der kurzen Zeit völlig entgiftet. Das Meerschweinchen blieb am Leben und bot keinerlei Krankheitssymptome. Die schwächeren Antiforminlösungen vermochten nur eine Herabsetzung der Giftigkeit zu bewirken.

b) Ruhrtoxin.

Nach den neueren Forschungen von Kolle, Heller und de Mestral, Neufeld und Haendel, Pfeiffer und Ungermann, von Bessau und von Selter besteht das Dysenterietoxin aus zwei Giftkomponenten, von denen die eine nach dem Gesetz der Multipla durch Ruhrimmunserum neutralisiert wird, die andere dagegen nicht beeinflußt wird. Ich habe mich bei meinen Versuchen darauf beschränkt, die Wirkung des Antiformins auf die Giftigkeit der Bouillonkulturfiltrate von Bouillonkulturen des Shiga-Kruse-Bazillus für Kaninchen zu untersuchen.

Das von mir benutzte Ruhrtoxin war in der Weise gewonnen worden, daß Shiga-Kruse-Ruhrbouillonkulturen nach dreiwöchiger Bebrütung durch Chamberland-Kerzen filtriert worden waren. Ein solches Filtratgift ist längere Zeit gut haltbar. Die Versuche wurden an jungen Kaninchen von 1500 g Gewicht ausgeführt und das Gift intravenös eingespritzt. 0,3 ccm des Ruhrtoxins tötete Kaninchen bei intravenöser Einspritzung innerhalb drei Tagen unter typischen Erscheinungen. Zu den Versuchen selbst wurden 0,7 ccm des Toxins verwandt. Die Einwirkungsdauer der drei erprobten Mittel betrug zehn Minuten.

Tabelle IV. Wirkung auf Ruhrtoxin.

Nr.	Art des Mittels	Giftmenge ccm	Einwirkungsdauer Minuten	Art der Injektion	Ergebnis
1	0,5 ccm Kochsalzlösung	0,7	10	intravenös	† nach 48 Stunden
2	0,5 ccm 2,5 %iges Antiformin	0,7	10	„	† „ 24 „
3	0,5 ccm 5 %iges Antiformin	0,7	10	„	† „ 24 „
4	0,5 ccm 10 %iges Antiformin	0,7	10	„	lebt
5	0,25 ccm Eau de Javelle	0,7	10	„	† nach 24 Stunden
6	0,5 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge	0,7	10	„	† „ 24 „

Das aus Tabelle IV ersichtliche Ergebnis dieser Versuche zeigt, daß das Ruhrtoxin gegen die angewandten Chemikalien eine erhebliche Resistenz besitzt und in dieser Beziehung noch das Diphtherietoxin übertrifft. Nur die 10%ige Antiforminlösung vermochte das Ruhrtoxin unwirksam zu machen. Alle übrigen angewandten Lösungen der drei Präparate bewirkten keine Abschwächung des Giftes. Während die schwächeren Antiforminlösungen die Wirkung des Diphtherietoxins noch abschwächten, fehlte eine derartige Beeinflussung beim Ruhrtoxin vollständig.

Die Zerstörung des Ruhrtoxins durch Antiformin hat bereits durch Uhlenhuth und Haendel praktische Verwertung zu Immunisierungszwecken gefunden. Sie konnten zeigen, daß in Antiformin gelöst einem Kaninchen ohne Schaden mehrere Kulturen eines Shiga-Ruhrstammes einverleibt werden können, von dem $^{1}/_{20}$ Öse abgetöteten Kulturmaterials Kaninchen sonst innerhalb 24 Stunden tötete. Dieses Tier lieferte nach der einen Einspritzung ein hochagglutinierendes Serum mit einem Titer 1 : 1000. Allerdings ist erforderlich, daß die Bakterien nicht vollständig zerstört sind; im richtigen Moment muß eine Neutralisation des Bakterien-Antiformingemisches mit Schwefelsäure und Natriumsulfit stattfinden.

c) Tetanustoxin.

Die Prüfung der Widerstandsfähigkeit des Tetanustoxins gegen Chemikalien ist, wie oben bereits ausgeführt wurde, Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen. Besonders eingehend hat sich Kitasato hiermit beschäftigt. Aus seinen Untersuchungen geht deutlich hervor, daß das Tetanustoxin gegen Säuren wie Alkalien sehr empfindlich ist.

Das Tetanustoxin, dessen Resistenz geprüft wurde, war dem Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes anläßlich anderer Versuche von Herrn Professor Friedberger zur Verfügung gestellt worden. $^{1}/_{200}$ mg des Giftes tötete weiße Mäuse von ca. 20 g Gewicht bei subkutaner Einverleibung in drei Tagen. Mit Rücksicht auf die von Kitasato festgestellte geringe Widerstandsfähigkeit des Tetanustoxins wurde zur Prüfung die 200fache und 2000fache tödliche Dosis gewählt. Die Einwirkungsdauer der Chemikalien betrug wiederum zehn Minuten.

Tabelle V. Wirkung auf Tetanustoxin.

Nr.	Art des Mittels	Giftmenge mg	Einwirkungsdauer Minuten	Art der Injektion	Ergebnis
1	—	0,1	—	subkutan	† nach 24 Stunden
2	—	0,05	—	"	† " 48 "
3	—	0,01	—	"	† " 48 "
4	—	0,005	—	"	† " 3 Tagen
5	0,5 ccm Kochsalzlösung	1,0	10	"	† " 18 Stunden
6	0,5 ccm 2,5 %iges Antiformin	1,0	10	"	lebt
7	desgl.	10,0	10	"	† nach 24 Stunden
8	0,5 ccm 5 %iges Antiformin	1,0	10	"	lebt
9	desgl.	10,0	10	"	"
10	0,5 ccm 10 %iges Antiformin	1,0	10	"	† nach 6 Tagen
11	desgl.	10,0	10	"	lebt
12	0,25 ccm Eau de Javelle + 0,25 ccm Kochsalzlösung	1,0	10	"	"
13	desgl.	10,0	10	"	"
14	0,5 ccm $^{1}/_{10}$ Normalnatronlauge	1,0	10	"	
15	desgl.	10,0	10	"	"

Tabelle V zeigt das Ergebnis der Versuche. Sie bestätigen voll und ganz die von Kitasato gemachten Beobachtungen. Das Tetanustoxin hat sich als sehr

Digitized by Google

labil erwiesen, es ist in der 200fachen tödlichen Dosis von allen drei Mitteln in gleicher Weise unwirksam gemacht worden. Die 2000fache tödliche Dosis ist nur von der 2,5%igen Antiforminlösung nicht zerstört worden, wobei zu berücksichtigen ist, daß 0,5 ccm dieser Lösung sowohl weniger Natriumhydroxyd als auch ganz erheblich weniger Natriumhypochlorit enthält wie die angewandte Normalnatronlauge-Lösung und die Eau de Javelle-Lösung.

Zu Maus Nr. 10 ist noch zu bemerken, daß das Tier am sechsten Tage gestorben ist, ohne Zeichen von Tetanus geboten zu haben. Die Maus hatte jedoch an der Injektionsstelle eine Nekrose der Haut, die wahrscheinlich durch das Antiformin verursacht war. Die 10%ige Antiforminlösung hat selbst die größere Toxinmenge ohne weiteres entgiftet.

2. Wirkung des Antiformins auf pflanzliche Gifte.

a) Ricin.

Die Samen von der Euphorbiacee Ricinus communis sind bekanntlich schwer giftig. Diejenige Substanz, welche die Giftigkeit des Ricinussamens bedingt, ist das von Kobert gefundene Ricin. Sein Schüler Stillmark hat die giftige Substanz aus dem Samen isoliert und sie als Phytalbumose bezeichnet. Von der Firma Merck wird ein nach den Angaben von Kobert hergestelltes Handelsricin vertrieben, welches alle die von diesem Forscher und Stillmark angegebenen Wirkungen besitzen soll. Ein derartiges Präparat stand mir für meine Versuche zur Verfügung.

Raubitschek und Ruß geben an, daß die Giftigkeit des Ricins durch ölsaures Natron nicht zerstört wird. Weitere Angaben über die Resistenz des Ricins gegen Chemikalien habe ich in der Literatur nicht gefunden.

Das Ricin löst sich am besten in dünnen Salzlösungen. $^1/_{10}$ mg des Präparates tötete Meerschweinchen bei intrakardialer Einspritzung innerhalb 16 Stunden.

Zu den in nachstehender Tabelle angegebenen Versuchen wurden 0,5 mg des Präparates verwandt.

Tabelle VI. Wirkung auf Ricin.

Nr.	Art des Mittels	Giftmenge mg	Einwirkungsdauer Minuten	Art der Einspritzung	Ergebnis
1	—	0,01	—	intracardial	lebt
2	—	0,02	—	„	„
3	—	0,1	—	„	† nach 16 Stunden
4	—	0,5	—	„	† „ 16 „
5	0,5 ccm 2,5 %iges Antiformin	0,5	10	„	lebt
6	0,5 ccm 5 %iges Antiformin	0,5	10	„	„
7	0,5 ccm 10 %iges Antiformin	0,5	10	„	„
8	0,25 ccm Eau de Javelle + 0,25 ccm Kochsalzlösung	0,5	10	„	„
9	0,5 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge	0,5	10	„	† nach 18 Stunden
10	0,5 ccm Kochsalzlösung	0,5	10	„	† „ 18 „

Digitized by Google

Die Giftigkeit des Ricins wird also demnach innerhalb zehn Minuten durch sämtliche Antiforminkonzentrationen und durch das Eau de Javelle aufgehoben, jedoch nicht durch die Natronlaugelösung.

b) Pfeilgift.

Das zu meinen Versuchen verwandte Pfeilgift war dem Kaiserlichen Gesundheitsamte anläßlich anderer Untersuchungen von dem Laboratorium der hydrotherapeutischen Anstalt der Universität Berlin (Geh. Rat Brieger) zur Verfügung gestellt worden. Dieses Gift stammt aus Kamerun und ist von Brieger und Krause in kristallinischer Form rein dargestellt worden. Es wird von den Eingeborenen aus einem Strophantus-Baume gewonnen. Die beiden genannten Autoren haben auf Grund der erhaltenen Analysenzahlen, des Schmelzpunktes und sonstiger Reaktionen feststellen können, daß das Kameruner Pfeilgift lediglich aus Strophantus gratus entnommen ist. Das wirksame Prinzip des Giftes ist ein Strophantusglykosid. Das Gift ist ein Herzgift, dessen Wirkung die gleiche ist wie die des Digitalins.

Das kristallisierte Gift ist für Meerschweinchen äußerst giftig. $^1/_{20}$ mg verursacht bei intrakardialer Injektion schwere Krankheitserscheinungen in Form von allgemeinen Krämpfen, während $^1/_5$ mg des Giftes Meerschweinchen von 200 g Gewicht in wenigen Augenblicken unter dem Bilde schwerster Vergiftung tötete. Diese Menge wurde für die Versuche gewählt.

Tabelle VII. Wirkung auf Pfeilgift.

Nr.	Art des Mittels	Giftmenge mg	Einwirkungsdauer Minuten	Art der Einspritzung	Ergebnis
1	0,5 ccm Kochsalzlösung	0,05	10	intracardial	schwer krank, erholt sich aber nach 3 Tagen und bleibt am Leben
2	desgl.	0,2	10	„	† nach 1 Minute
3	0,5 ccm 2,5 %iges Antiformin	0,2	10	„	† „ 5 Minuten
4	0,5 ccm 5 %iges Antiformin	0,2	10	„	lebt
5	0,5 ccm 10 %iges Antiformin	0,2	10	„	„
6	0,25 ccm Eau de Javelle + 0,25 ccm Kochsalzlösung	0,2	10	„	† nach 15 Minuten
7	0,5 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge	0,2	10	„	† „ 1 Minute

Wie aus vorstehender Aufzeichnung ersichtlich ist, macht das Antiformin in 5- und 10%iger Lösung innerhalb zehn Minuten das Gift unwirksam. Dagegen wurde das Gift durch die 2,5%ige Antiforminlösung ebenso wie überhaupt durch die angewandte Natronlaugenlösung nicht, durch das Eau de Javelle nur teilweise abgeschwächt.

3. Wirkung des Antiformins auf tierische Gifte.

a) Kobragift.

Von den Schlangengiften ist das Gift der Kobraschlangen physiologisch am besten bekannt. Über die chemische Zusammensetzung des Giftes fehlen allerdings

noch nähere Kenntnisse. Das getrocknete Schlangengift hält sich, vor Zutritt von Luft und Licht geschützt, lange Zeit unverändert. Von Chemikalien üben nach Calmette einen zerstörenden Einfluß auf die Schlangengifte das Chlor, die alkalischen Hypochloride, das Goldchlorür, das Kalium permanganicum, die Chlorsäure, das Brom und das Jodtrichlorid. Brieger und Krause haben festgestellt, daß, wenn nach dem Biß einer Kobraschlange das Gift in die allgemeine Lymph- und Blutbahn gelangt ist, eine Abschwächung desselben durch Injektion von Chemikalien nicht möglich ist. Uhlenhuth und Xylander empfehlen das Antiformin auf Grund ihrer Tierversuche für die lokale Behandlung der Schlangenbisse.

Das von mir benutzte Kobragift war dem Laboratorium ebenfalls von Herrn Professor Friedberger überlassen worden. Das Gift löste sich leicht in Wasser. Bereits $^1/_{40}$ mg des Giftes tötete Meerschweinchen von 200 g bei intrakardialer Einspritzung innerhalb 20 Minuten unter schweren Vergiftungserscheinungen. Zu den Versuchen wurden 2 mg des Giftes benutzt, während bei den Kontrollen bis zu 1 mg wegen Mangels an weiteren Giftmengen herabgegangen werden mußte.

Tabelle VIII. Wirkung auf Kobragift.

Nr.	Art des Mittels	Giftmenge mg	Einwirkungsdauer Minuten	Art der Injektion	Ergebnis
1	—	0,025	—	intracardial	† nach 20 Minuten
2	0,5 ccm Kochsalzlösung	1,0	10	„	† „ 5 „
3	0,5 ccm 2,5 %iges Antiformin	2,0	10	„	lebt
4	0,5 ccm 5 %iges Antiformin	2,0	10	„	„
5	0,5 ccm 10 %iges Antiformin	2,0	10	„	† nach 16 Stunden
6	0,25 ccm Eau de Javelle + 0,25 ccm Kochsalzlösung	1,6	10	„	† „ 25 Minuten
7	0,5 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge	1,0	10	„	† „ 5 „

Man ersieht aus Tabelle VIII, daß das Antiformin in 2,5%iger und in 5%iger Lösung die Tiere vor dem Tode schützte. Das mit 10%iger Antiforminlösung behandelte Meerschweinchen starb nicht unter Vergiftungserscheinungen, sondern infolge Verblutung. Natronlauge und Eau de Javelle hatten das Gift nicht abgeschwächt.

b) Aalserum.

Nach den neueren Untersuchungen von Doerr und von Doerr und Moldovan beruht die giftige Wirkung des Aalserums neben einem in ihm enthaltenen und von Mosso zuerst festgestellten Toxin wahrscheinlich auch auf einer komplexen Komplement-Ambozeptorwirkung. Die Giftigkeit des Aalserums verhält sich bezüglich ihrer Resistenz gegenüber physikalischen und chemischen Einflüssen nach den Feststellungen von Mosso ähnlich wie die Toxine. Zu den nachstehenden Versuchen wurde das Serum von einem 500 g schweren Aal verwandt.

0,02 ccm dieses Serums tötete Meerschweinchen bei intrakardialer Injektion innerhalb 10 Minuten; nach Injektion von 0,1 ccm starben die Tiere innerhalb einer Minute. Mit dieser Dosis wurden die Versuche angestellt.

Digitized by Google

Tabelle IX. Wirkung auf Aalserum.

Nr.	Art des Mittels	Giftmenge mg	Einwirkungsdauer Minuten	Art der Injektion	Ergebnis
1	—	0,02	—	intracardial	† nach 10 Minuten
2	0,5 ccm Kochsalzlösung	0,1	10	„	† „ 1 Minute
3	0,5 ccm 2,5 %iges Antiformin	0,1	10	„	lebt
4	0,5 ccm 5 %iges Antiformin	0,1	10	„	„
5	0,5 ccm 10 %iges Antiformin	0,1	10	„	„
6	0,25 ccm Eau de Javelle + 0,25 ccm Kochsalzlösung	0,1	10	„	„
7	0,5 ccm 1/10 Normalnatronlauge	0,1	10	„	„
8	0,5 ccm 5 %iges Antiformin	0,4	2	„	„
9	0,25 ccm Eau de Javelle + 0,25 ccm Kochsalzlösung	0,4	2	„	„
10	0,5 ccm 1/10 Normalnatronlauge	0,4	2	„	„

Das Versuchsergebnis ist demnach folgendes: Sämtliche Antiforminlösungen, sowie die Lösungen der beiden Komponenten haben innerhalb 10 Minuten das Aalgift unwirksam gemacht. Es wurde nun eine erheblich größere Dosis des Giftes, 0,4 ccm, gewählt und auch die Einwirkungsdauer erheblich abgekürzt. Diese mindestens 200fache tödliche Giftdosis wird innerhalb zwei Minuten durch sämtliche Lösungen zerstört. Diese Versuche zeigen, daß das Aalserum jedenfalls dem Antiformin und seinen Komponenten gegenüber erheblich weniger widerstandsfähig ist als die von mir geprüften Bakterientoxine. Selbst das sehr labile Tetanustoxin hatte sich der 2,5 %igen Antiforminlösung gegenüber teilweise resistent erwiesen. Diese Beobachtung spricht wohl auch für die Annahme, daß die Giftwirkung des Aalserums mit auf einer Komplement-Ambozeptorwirkung beruht. Das Verhalten des Aalserums geht jedenfalls, wie weiterhin gezeigt wird, parallel dem des Rinderserums.

3. Rinderserum.

Daß die zuerst von Uhlenhuth festgestellte giftige Wirkung des Rinderserums auf einem komplexen Vorgang beruht, ist durch die Untersuchungen von Uhlenhuth und Haendel, Doerr und H. Pfeiffer bekannt. Es schien daher speziell auch zum Vergleich mit dem Verhalten des Aalserums von Interesse, die Widerstandsfähigkeit der toxischen Wirkung des Rinderserums gegenüber dem Antiformin und seinen Komponenten ebenfalls zu prüfen. Die Einwirkungsdauer wurde bei diesen Versuchen nur ganz kurz bemessen, da nach den bezüglich des Aalserums gemachten Erfahrungen anzunehmen war, daß die Giftigkeit des Rinderserums gleichfalls verhältnismäßig labil sein würde.

0,5 ccm des zu den Versuchen verwandten aktiven Rinderserums verursachten beim Meerschweinchen nach intrakardialer Injektion eine schwere Erkrankung, von der es sich aber innerhalb 24 Stunden erholte. 1 ccm Serum tötete Meerschweinchen innerhalb fünf Minuten. Diese Serummenge wurde zu den Versuchen verwandt. Die Einwirkungsdauer des Antiformins und seiner Komponenten betrug zwei Minuten.

Digitized by Google

Tabelle X. Wirkung auf aktives Rinderserum.

Nr.	Art des Mittels	Serummenge ccm	Einwirkungsdauer Minuten	Art der Injektion	Ergebnis
1	—	0,5	—	intracardial	schwer krank, bleibt aber am Leben
2	—	1	—	"	† nach 5 Minuten
3	0,2 ccm 20 %iges Antiformin	1	2	"	krank, bleibt am Leben
4	0,2 ccm Eau de Javelle	1	2	"	† infolge Verblutung
5	0,5 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge	1	2	"	krank, bleibt am Leben

Wie aus dem vorstehenden Protokoll hervorgeht, wurde die giftige Wirkung des Rinderserums durch die nur zwei Minuten dauernde Einwirkung der Antiformin- und Natronlaugenlösung so abgeschwächt, daß die Tiere zwar leichte Krankheitserscheinungen zeigten, sich aber sehr bald erholten und am Leben blieben. Das mit Eau de Javelle-Rinderserum behandelte Tier starb infolge Verblutung.

Aus diesen Versuchen über die Einwirkung des Antiformins und seiner Komponenten auf bakterielle, pflanzliche und tierische Gifte geht hervor, daß das Antiformin sämtliche Gifte zu zerstören imstande ist. Am widerstandsfähigsten erwiesen sich das Ruhr- und das Diphtherietoxin. Das Antiformin ist in dieser Beziehung seinen beiden Komponenten, dem Natriumhypochlorit und dem Natriumhydroxyd weit überlegen. Eau de Javelle zerstört zwar Tetanustoxin, das Toxin des Ricinussamens, sowie die Giftkomponenten des Aal- und Rinderserums, bleibt aber unwirksam dem Diphtherie- und Ruhrtoxin, sowie dem Pfeil- und Kobragift gegenüber. Die Natronlauge entgiftet nur das Tetanustoxin und die beiden Sera. Ob die Natronlauge und das Eau de Javelle in stärkerer Konzentration giftzerstörend wirken, darüber habe ich keine Versuche angestellt. Nach meinen Untersuchungen würde die Resistenzskala der geprüften Gifte, mit den beiden schwächsten angefangen, lauten: Aalserum, Rinderserum, Tetanustoxin, Ricin, Kobragift, Pfeilgift, Diphtherie- und Ruhrtoxin.

III. Die hämolytischen, komplement- und eiweißzerstörenden Eigenschaften des Antiformins.

a) Wirkung auf rote Blutkörperchen.

Uhlenhuth und Xylander haben festgestellt, daß defibriniertes Blut unter der Einwirkung des Antiformins lackfarben wird. Es war daher von Interesse, die hämolytische Wirkung des Präparates näher zu untersuchen. Zunächst wurde die Einwirkung abgestufter Antiforminlösungen auf die roten Blutkörperchen verschiedener Tierarten wie Hammel, Rind, Kaninchen, Meerschweinchen, Huhn und Gans geprüft. Das Blut wurde durch Venenpunktion gewonnen und in mit Glasperlen gefüllten Flaschen in der üblichen Weise defibriniert. Von diesem defibrinierten und mehrfach gewaschenen Blute wurde durch Verdünnung in 0,85 %iger Kochsalzlösung eine 5 %ige Aufschwemmung hergestellt und je 1 ccm der Blutaufschwemmung mit 1 ccm

Digitized by Google

verschieden starker Antiforminlösungen in NaCl gemischt. Die Beobachtung der Hämolyse erfolgte bei Zimmertemperatur; das endgültige Resultat wurde nach einer Stunde abgelesen.

Tabelle XI gibt eine Übersicht über die gewonnenen Resultate.

Tabelle XI. Hämolytische Wirkung des Antiformins auf verschiedene Blutarten.

Zu 1 ccm Blutaufschwemmung wurde 1 ccm Antiformin in folgenden Konzentrationen hinzugesetzt %	Hammelblut		Rinderblut		Kaninchenblut		Meerschweinchenblut		Gänseblut		Hühnerblut	
	Hämolyse	Farbe	Hämolyse	Farbe	Hämolyse	Farbe	Hämolyse	Farbe	Hämolyse	Farbe	Hämolyse	Farbe
20	komplett	gelb	komplett	gelb	komplett	gelb	komplett	gelb	komplett	gelb	komplett	gelbbraun
10	„	gelbbraun	„	gelbbraun	„	gelbbraun	„	gelbbraun	„	gelbbraun	„	braun
5	„	„	„	„	„	braunrot	„	braunrot	„	„	„	braunrot
2	„	braun	„	rotbraun	„	rotbraun	„	rotbraun	„	braunrot	„	rotbraun
1	„	braunrot	„	rot etwas braun gefärbt)	„	rot (etwas braun gefärbt)	„	rot (etwas braun gefärbt)	„	rotbraun	„	rot (etwas braun gefärbt
0,5	„	rotbraun	„	„	„	„	„	„	„	rot (etwas braun gefärbt)	„	„
0,2	„	rot (etwas braun gefärbt)	inkomplett	„	inkomplett	„	„	„	„	„	„	„
0,1	„	„	Spur	„	Spur	rot	inkomp.	rot	inkomp.	rot	inkomp.	rot
0,05	Spur	„	negativ	rot	negativ	„	Spur	„	Spur	„	Spur	„
0,02	„	„	„	„	„	„	negativ	„	negativ	„	negativ	„
0,01	negativ	rot	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„
0,005	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„

Es ist aus ihr ersichtlich, daß das Antiformin eine außerordentlich starke hämolytische Wirkung besitzt, daß aber diese Wirkung bei den verschiedenen Blutarten Verschiedenheiten aufweist. Wir sehen, daß 1 ccm einer 5%igen Hammelblutkörperchen-Aufschwemmung noch durch 1 ccm einer 1/10%igen Antiforminlösung komplett und teilweise sogar noch durch 1 ccm 1/50%iger Lösung zur Auflösung gebracht wird, während die roten Blutkörperchen des Rindes und des Kaninchens in den untersuchten Fällen resistenter sind. Die Blutkörperchen des Meerschweinchens, des Huhns und der Gans stehen bezüglich ihrer Resistenz dem Antiformin gegenüber

Digitized by Google

zwischen den Blutkörperchen des Hammels und denen des Rindes und des Kaninchens. Dieses verschiedene Verhalten wird von mir noch weiter verfolgt.

Bemerkenswert ist die durch das Antiformin bewirkte Veränderung des Blutfarbstoffes. Durch konzentrierte Antiforminlösungen wird das Hämoglobin entfärbt, so daß eine hellgelbe, klare Flüssigkeit entsteht, in der sich bei längerem Stehen feinste Flocken ausscheiden. Mit Abnahme der Konzentration der Antiforminlösung geht die gelbe Farbe in eine gelbbraune, braune, braunrote, rotbraune Farbe über, um schließlich in denjenigen Verdünnungen, die an der Grenze der hämolytischen Wirkung des Antiformins liegen, das Hämoglobin unverändert zu lassen. Es besteht demnach bezüglich der blutauflösenden und blutfarbstoffverändernden Wirkung des Antiformins ein annähernd gleiches Verhalten. Diese Einwirkung des Antiformins auf das Hämoglobin ließe sich vielleicht praktisch zur Feststellung des Hämoglobingehaltes des Blutes verwenden. Untersuchungen hierüber sind im Gange.

Des weiteren wurde die hämolytische Wirkung des Antiformins mit der seiner beiden Komponenten verglichen. Es wurden zu diesen Versuchen rote Hammelblutkörperchen gewählt, die, wie vorher gezeigt wurde, sich wenig widerstandsfähig gegen Antiformin erwiesen hatten. Die Blutaufschwemmung wurde in derselben Weise wie vorher hergestellt und im übrigen die gleichen Versuchsbedingungen innegehalten. Das Resultat wurde nach zwei und nach zwanzig Stunden notiert.

Die hämolytische Wirkung der drei angewandten Präparate weist, wie aus Tabelle XII (S. 176) ersichtlich ist, erhebliche Unterschiede auf.

Während das Eau de Javelle noch in $^1/_2$%iger Lösung ein gleiches Quantum einer Hammelblutaufschwemmung innerhalb 20 Stunden aufzulösen vermag, bewirkt erst eine 1%ige Normalnatronlauge in der gleichen Zeit völlige Hämolyse. Zu berücksichtigen ist bei dem Vergleich des Antiformins mit Eau de Javelle und Natronlauge, daß in 1 ccm einer 1%igen Antiforminlösung ebensoviel Natriumhypochlorit enthalten sind als in 0,57 ccm einer 1%igen Eau de Javelle-Lösung und ebensoviel Natriumhydroxyd als in 1,87 ccm einer 1%igen Normalnatronlauge. Es tritt nun, wie wir gesehen haben, bei einer 0,1%igen Antiforminlösung noch komplette Hämolyse ein; das Eau de Javelle sowie die Normalnatronlauge jedoch vermögen für sich nur in der zehnfachen bezw. fünffachen Menge des in 1 ccm einer 0,1%igen Antiforminlösung enthaltenen Natriumhypochlorits bezw. Natriumhydroxyds Hämolyse zu bewirken. Wir haben also in der hämolytischen Eigenschaft des Antiformins keine einfache Addition der Einzeleinwirkungen seiner Komponenten, sondern eine viel erheblichere Wirkung vor uns. Dieser Unterschied in der Wirkung der drei Chemikalien tritt ebenfalls deutlich in die Erscheinung bei folgender Untersuchung. Bekanntlich bleiben die roten Blutkörperchen bei der einfachen durch Komplement und Ambozeptor bewirkten Hämolyse als Schatten bestehen, die sich nach der von Haendel und Böing angegebenen Methode mittels flüssiger Tusche leicht nachweisen lassen. Es zeigte sich nun, daß durch Zusatz von 1 ccm 20%iger Antiforminlösung zu 1 ccm 5%iger Hammelblutkörperchen die Blutkörperchen innerhalb einer Stunde restlos aufgelöst werden, während die Normalnatronlauge und das Eau de Javelle die gleiche Wirkung nur bei Zusatz der unverdünnten Flüssigkeiten besitzen.

Tabelle XII. Hämolytische Wirkung des Antiformins, der Normalnatronlauge und des Eau de Javelle auf Hammelblutkörperchen.

1 ccm 5%ige Blutaufschwemmung + 1 ccm chemisches Mittel in folgenden Konzentrationen %	Antiformin				Normalnatronlauge				Eau de Javelle			
	nach 2 Stunden		nach 20 Stunden		nach 2 Stunden		nach 20 Stunden		nach 2 Stunden		nach 20 Stunden	
	Hämolyse	Farbe	Hämolyse	Farbe	Hämolyse	Farbe	Hämolyse	Färbe	Hämolyse	Farbe	Hämolyse	Farbe
100	komplett	ganz hellgelb, fast wasserklar	komplett	ganz hellgelb (feinste Flocken)	komplett	braun	komplett	braun	komplett	gelb	komplett	gelb
50	„	hellgelb	„	hellgelb (feinste Flocken)	„	„	„	„	„	gelbbraun	„	gelbbraun
20	„	gelb	„	gelb	„	„	„	„	„	braun	„	braun
10	„	gelbbraun	„	„	„	braunrot	„	„	„	rotbraun	„	rotbraun
5	„	braungelb	„	gelbbraun	„	rotbraun	„	rotbraun	„	„	„	„
2	„	braunrot	„	braun	„	rot	„	„	„	„	„	„
1	„	rotbraun	„	rotbraun	Spur	„	„	rot	inkomplett	rot (etwas braun gefärbt)	„	rot (etwas braun gefärbt)
0,5	„	rot (etwas braun gefärbt)	„	rot (etwas braun gefärbt)	negativ	„	Spur	„	„	„	„	„
0,2	„	„	„	„	„	„	negativ	„	negativ	rot	Spur	rot
0,1	komplett	„	„	„	„	„	„	„	„	„	negativ	„
0,05	inkomplett	rot	fast komplett	„	„	„	„	„	„	„	„	„
0,02	negativ	„	Spur	„	„	„	„	„	„	„	„	„
0,01	„	„	negativ	„	„	„	„	„	„	„	„	„
0,005	„	„	„	rot	„	„	„	„	„	„	„	„
0,001	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„	„

b) Wirkung auf Meerschweinchenserum.

Aus der von Uhlenhuth und Xylander festgestellten Tatsache, daß Antiformin in eiweißhaltigen Flüssigkeiten erheblich an Desinfektionskraft einbüßt, und aus meinen vorstehend mitgeteilten Versuchen geht hervor, daß Antiformin und Eiweiß bei wechselseitiger Einwirkung erhebliche Veränderungen erleiden. Die nachstehend ausgeführten Versuche sollten nun Aufschluß geben, inwieweit ein bestimmter Zusatz von Meerschweinchenserum die hämolytische Wirkung des Antiformins und seiner

Komponenten aufhebt, und umgekehrt, inwieweit diese Chemikalien die Komplementwirkung des frischen Serums beeinträchtigen.

Es wurde in der Weise verfahren, daß in zwei Versuchsreihen zu je 1 ccm abgestufte Antiformin-, bezw. Eau de Javelle-, bezw. Normalnatronlaugelösungen je 0,1 ccm frisches Meerschweinchenserum hinzugesetzt wurde. Diese Mischung blieb 30 Minuten bei Zimmertemperatur stehen, sodann wurde zu der ersten Versuchsreihe je 1 ccm einer 5%igen Hammelblutaufschwemmung hinzugefügt und zu der zweiten Reihe ebenfalls, jedoch war die hierzu verwendete Blutaufschwemmung mit dem 20fachen des Titers eines hochwertigen hämolytischen Antihammelblut-Kaninchenserums 20 Minuten zuvor sensibilisiert worden.

Die Versuche mit nicht sensibilisierten und sensibilisierten Hammelblutkörperchen hatten, wie aus Tabelle XIII ersichtlich ist, folgendes Ergebnis:

Tabelle XIII. Einwirkung des Antiformins, der Normalnatronlauge und des Eau de Javelle auf Meerschweinchenkomplement.

0,1 ccm Meerschweinchenkomplement + 1 ccm der chemischen Lösung in folgenden Konzentrationen %	Antiformin				Normalnatronlauge				Eau de Javelle			
	nicht sensibilisiertes Hammelblut		sensibilisiertes Hammelblut		nicht sensibilisiertes Hammelblut		sensibilisiertes Hammelblut		nicht sensibilisiertes Hammelblut		sensibilisiertes Hammelblut	
	Hämolyse	Farbe	Hämolyse	Farbe	Hämolyse	Farbe	Hämolyse	Farbe	Hämolyse	Farbe	Hämolyse	Farbe
100	komplett	hellgelb	komplett	hellgelb	komplett	braungelb	komplett	braungelb	komplett	gelbbraun	komplett	gelbbraun
50	"	"	"	"	"	"	"	"	"	braun	"	braun
20	"	gelbbraun	"	gelbbraun	"	braun	"	braun	"	rotbraun	"	rotbraun
10	"	braungelb	"	braungelb	"	"	"	"	"	rot (etwas bräunlich)	inkomplett	rot (etwas bräunlich)
5	"	braunrot	"	braunrot	"	braunrot	"	braunrot	Spur	"	Spur	rot
2	"	rot (etwas bräunlich)	"	rot (etwas bräunlich)	"	rot	"	rot	0	rot	0	"
1	"	"	"	"	inkomplett	"	Spur	"	0	"	Spur	"
0,5	inkomplett	"	Spur	rot	Spur	"	inkomplett	"	0	"	inkomplett	"
0,2	Spur	rot	"	"	0	"	komplett	"	0	"	komplett	"
0,1	0	"	fast komplett	"	0	"	"	"	0	"	"	"
0,05	0	"	komplett	"	0	"	"	"	0	"	"	"
0,02	0	"	"	"	0	"	"	"	0	"	"	"
0,01	0	"	"	"	0	"	"	"	0	"	"	"

Die erste Versuchsreihe mit nicht sensibilisierten Blutkörperchen zeigt, daß durch den Zusatz von 0,1 ccm Meerschweinchenserum die hämolytische Wirkung des Antiformins, des Eau de Javelle und der Normalnatronlauge herabgesetzt wird. Während das Antiformin ohne diesen Zusatz in 0,1 %iger Lösung komplett hämolysierte, vermochte dieses jetzt erst eine 1 %ige Lösung. Für das Eau de Javelle genügte vorher eine 2 %ige Lösung, jetzt ist eine 10 %ige Lösung erforderlich. Für die Normalnatronlauge ist nur eine geringe Verschiebung von der 1 %igen auf die 2 %ige Lösung durch den Serumzusatz eingetreten. Das Antiformin wird demnach durch den Serumzusatz erheblich mehr als das Eau de Javelle und ganz besonders mehr als die Normalnatronlauge in seiner hämolytischen Fähigkeit beeinträchtigt.

Was nun die Zerstörung des Komplements anbetrifft, so tritt die wechselseitige Beeinflussung der Chemikalien und des Serums jenseits der Grenze, bis zu der die ersteren hämolysiert haben, besonders deutlich zutage. In dieser Zone, in der die Hämolyse entweder gar nicht oder nur teilweise eingetreten ist, hat das Serum die hämolytische Wirkung der Chemikalien aufgehoben und umgekehrt haben diese das Serum noch derart angegriffen und verändert, daß seine Komplementwirkung zerstört ist. Je niedriger die Verdünnungen der Chemikalien werden, um so geringere Veränderungen hat das Serum erlitten und um so deutlicher tritt die Komplementwirkung hervor.

Wir sehen in der 0,5 %igen Antiforminlösung noch Spuren von Hämolyse, die nach den vorstehenden Ausführungen noch als Antiforminwirkung, aber auch schon als beginnende Komplementwirkung angesehen werden kann. Das gleiche gilt für die 0,2 %ige Lösung. Dagegen muß man annehmen, daß in der 0,1 %igen Lösung, in der fast komplette Hämolyse, und in der 0,05 %igen Lösung, in der komplette Hämolyse eingetreten ist, das Serum seine Komplementwirkung im ersten Falle fast vollständig und im zweiten Falle vollständig hat entfalten können. Ähnlich sind die Befunde beim Eau de Javelle und bei der Normalnatronlauge. Während die Übergangszone, in der sich chemisches Präparat und Serum gegenseitig in ihren hämolytischen Eigenschaften unwirksam machen, beim Eau de Javelle wie beim Antiformin verhältnismäßig breit ist, findet sich bei der Normalnatronlauge nur eine kurze Übergangszone.

Auch die Veränderung des Blutfarbstoffes in diesen Versuchen verdient Erwähnung. Auch hier wieder sehen wir, daß, soweit Hämolyse durch die Chemikalien bewirkt wird, auch die Veränderung des Blutfarbstoffes reicht.

c) Wirkung auf Eiweiß.

Die weiteren Untersuchungen sollten darüber Aufschluß geben, ob Eiweiß durch die Einwirkung von Antiformin und seine Komponenten so verändert, bezw. so weit abgebaut wird, daß es mit den uns zur Verfügung stehenden biologischen Methoden nicht mehr nachweisbar ist. Die Versuche erstreckten sich auf den Eiweißnachweis mittels der Anaphylaxie und mittels der Präzipitation.

Die Überempfindlichkeitsversuche wurden an Meerschweinchen ausgeführt. Es wurde einerseits festgestellt, ob Meerschweinchen, die durch Vorbehandlung mit Serum-

Digitized by Google

eiweiß, das eine bestimmte Zeit der Antiforminwirkung ausgesetzt gewesen war, überempfindlich werden können, so daß sie beim Nachspritzen mit dem entsprechenden unveränderten Eiweiß unter den Erscheinungen der Anaphylaxie erkranken. Und umgekehrt wurde ermittelt, wie sich mit unverändertem Serumeiweiß vorbehandelte Tiere bei der Nachprüfung mit Antiformineiweiß verhalten.

Zu diesem Zwecke wurden in der ersten Versuchsreihe eine Anzahl Meerschweinchen mit Pferdeserum vorbehandelt, auf das zwei bezw. eine Stunde eine 10%ige oder eine 20%ige Antiforminlösung eingewirkt hatte. Zum Vergleich wurden Versuche mit 20%igem Eau de Javelle und 40%iger Normalnatronlauge bei einstündiger Einwirkung angesetzt. Die Injektionen zur Sensibilisierung der Tiere wurden zur Vermeidung lokaler Nekrosen intrakardial vorgenommen. 20 Tage später wurden die Tiere geprüft. Auch die Reinjektion erfolgte intrakardial und zwar wurde jedes Meerschweinchen mit 0,3 ccm Pferdeserum nachgespritzt. Die einzelnen Ergebnisse sind aus Tabelle XIV ersichtlich.

Tabelle XIV.

Datum der Sensibilisierung	Art der Sensibilisierung	Einwirkungsdauer des Antiformins usw. Stunden	Tag der Nachspritzung	Menge des Pferdeserums ccm	Ergebnis
7. 9. 10.	0,25 ccm 10%iges Pferdeserum + 0,25 ccm 10%iges Antiformin	2	27. 9. 10.	0,3	Schwer überempfindlich
7. 9. 10.	0,25 ccm 10%iges Pferdeserum + 0,25 ccm 20%iges Antiformin	2	27. 9. 10.	0,3	Leicht überempfindlich
7. 9. 10.	0,25 ccm 10%iges Pferdeserum + 0,25 ccm 10%iges Antiformin	4	27. 9. 10.	0,3	Verzögert, leicht überempfindlich
7. 9. 10.	0,25 ccm 10%iges Pferdeserum + 0,25 ccm 20%iges Antiformin	4	27. 9. 10.	0,3	Ganz geringe Überempfindlichkeitserscheinungen
7. 9. 10.	0,25 ccm 10%iges Pferdeserum + 0,25 ccm 20%iges Eau de Javelle	4	27. 9. 10.	0,3	Mittlerer Grad von Überempfindlichkeit
7. 9. 10.	0,25 ccm 10%iges Pferdeserum + 0,25 ccm 40%ige Normalnatronlauge	4	27. 9. 10.	0,3	Schwer überempfindlich

Es haben sonach die 10%ige Antiforminlösung nach zweistündiger Einwirkung und die 40%ige Normalnatronlauge nach einstündiger Einwirkung auf Pferdeserum bezüglich der Sensibilisierung der Tiere nur einen geringen Einfluß gezeigt. Die 20%ige Eau de Javelle-Lösung ist etwas wirksamer gewesen. Dagegen hat die 10%ige Antiforminlösung nach 4 Stunden und die 20%ige Lösung bereits nach 2 Stunden und ganz besonders nach 4 Stunden die sensibilisierende Wirkung des Eiweißes so abgeschwächt, daß, namentlich in dem letzten Falle, kaum noch Überempfindlichkeitssymptome auftraten.

Bei der zweiten Reihe mit umgekehrter Versuchsanordnung waren die Tiere gleichmäßig mit 0,1 ccm Pferdeserum intrakardial vorbehandelt. Bei der Prüfung

nach 22 Tagen genügte die intrakardiale Injektion von 0,1 ccm Pferdeserum, um schwere Überempfindlichkeitserscheinungen auszulösen. Ein mit 0,3 ccm Pferdeserum intrakardial nachgespritztes Meerschweinchen starb innerhalb 10 Minuten. Je ein Tier wurde nun nachgespritzt mit 0,1 ccm Pferdeserum, das der Einwirkung von 0,05 ccm Antiformin bezw. Eau de Javelle, bezw. 0,1 ccm Normalnatronlauge — vor Zusatz der Chemikalien war mit Kochsalzlösung auf 0,5 ccm aufgefüllt — 4 Stunden ausgesetzt war. Das nähere enthält Tabelle XV.

Tabelle XV.

Dauer der Vorbehandlung 1910	Menge des Pferdeserums	Tag der 1. Nachspritzung 1910	Angabe der Menge und Mischung des Pferdeserums	Dauer der Einwirkung des Antiformins usw. Stunden	Ergebnis	Tag der 2. Nachspritzung 1910	Menge des Pferdeserums ccm	Ergebnis
7. 9.	1 ccm 10%ig. Pferdeserum	29. 9.	0,0,5 ccm Pferdeserum	—	Leicht überempfindlich	—	—	
7. 9.	„	29. 9.	0,1 ccm Pferdeserum	—	Deutlich überempfindlich	1. 10.	0,2	Verzögert überempfind.
7. 9.	„	29. 9.	0,3 ccm Pferdeserum	—	Sehr schwer überempfindlich, † nach 10 Min.	—		
7. 9.	„	29. 9.	0,1 ccm Pferdeserum + 0,3 ccm Kochsalzlösung + 0,1 ccm Normalnatronlauge	4	Verzögert, überempfindlich	1. 10.	0,2	„
7. 9.	„	29. 9.	0,1 ccm Pferdeserum + 0,35 ccm Kochsalzlösung + 0,05 ccm Eau de Javelle	4	„	1. 10.	0,2	Keine Erscheinungen
7. 9.	„	29. 9.	0,1 ccm Pferdeserum + 0,35 ccm Kochsalzlösung + 0,35 ccm Antiformin	4	Keine Erscheinungen	1. 10.	0,2	„

Das mit Antiformin-Eiweiß nachgespritzte Tier erkrankte demnach gar nicht, während die mit Eau de Javelle-Eiweiß und mit Natronlauge-Eiweiß nachgespritzten Tiere verzögert überempfindlich wurden.

Es schien nun von Interesse, festzustellen, ob die erste Prüfung mit dem Antiformin-, Eau de Javelle- und Lauge-Eiweiß trotz des Ausbleibens von Krankheitserscheinungen bezw. trotz der Auslösung verhältnismäßig leichter Symptome eventuell genügt hatte, den anaphylaktischen Zustand der Tiere gegenüber einer zweiten Prüfung mit dem entsprechenden nativen Eiweiß aufzuheben. Sämtliche Meerschweinchen wurden deshalb 48 Stunden später mit 0,2 ccm Pferdeserum intrakardial gespritzt. Die Resultate sind bereits in Tabelle XV vermerkt worden. Es führte diese Prüfung zu dem auffallenden Ergebnis, daß, während die Kontrolle und ebenso das Natronlauge-Tier verzögert überempfindlich wurden, die bei der ersten Prüfung mit Antiformin bezw. Eau de Javelle-Eiweiß gespritzten Tiere keine Überempfindlichkeitserscheinungen

zeigten. Es haben also die Kontrolle und das mit Natronlauge-Eiweiß gespritzte Tier bei der ersten Prüfung wie bei der zweiten mit nativem Eiweiß erfolgten Prüfung deutliche Krankheitszeichen geboten. Dagegen erkrankte das zuerst mit Antiformin-Eiweiß geprüfte Tier bei der zweiten Prüfung eben so wenig wie bei der ersten und bei den mit Eau de Javelle-Eiweiß nachgespritzten und danach nur leicht erkrankten Tieren blieben bei der zweiten Prüfung Anaphylaxiesymptome ebenfalls aus. Da die Untersuchungen sich immer nur auf je ein Tier erstreckten, so können weitere Schlüsse aus dem refraktären Verhalten der zuletzt aufgeführten Tiere nicht gezogen werden. Die Versuche sollen wiederholt werden.

Jedenfalls geht aus diesen Untersuchungen hervor, daß das Antiformin in den angewandten Konzentrationen Eiweiß erheblich verändert und bei genügender Einwirkungsdauer soweit abbaut, daß sein Nachweis mittels der Anaphylaxiemethode erschwert und unter Umständen unsicher wird. Auch hier zeigt sich wieder die größere Energie des Antiformins gegenüber der Einwirkung seiner Komponenten.

Für die Versuche des Eiweißnachweises mittels der Präzipitation war zunächst die Feststellung von Wichtigkeit, ob nicht bei Unterschichtung der Lösungen der drei Chemikalien mit präzipitierendem oder normalem Serum bereits an und für sich ringförmige Trübungen entstehen. Es wurden zu diesem Zwecke Verdünnungen des Antiformins und seiner Komponenten zwischen 1 : 50 bis 1 : 1000 angelegt und je 0,5 ccm dieser Lösungen in Uhlenhuthschen Röhrchen mit 0,1 ccm Kaninchenserum unterschichtet. Dabei zeigte sich (siehe Tabelle XVI), daß das Antiformin wie die Normalnatronlauge in der Verdünnung 1 : 50, 1 : 100 und 1 : 200 eine ringförmige Trübung an der Grenze zwischen Lösung und Serum entstehen läßt, die sehr wohl mit einem Präzipitat verwechselt werden kann. Die Stärke des Niederschlages nimmt mit Abnahme der Konzentration der Lösung ab. Das Eau de Javelle dagegen bewirkt selbst in der Verdünnung 1 : 50 keine Trübung.

Tabelle XVI.

Verdünnung	Antiformin	Eau de Javelle	Normalnatronlauge
1 : 50	deutliche ringförmige Trübung, ein Präzipitat vortäuschend	keine Trübung	deutliche ringförmige Trübung, ein Präzipitat vortäuschend
1 : 100	deutliche ringförmige Trübung, wie vorher	„ „	deutliche ringförmige Trübung, wie vorher
1 : 200	schwache ringförmige Trübung	„ „	schwache ringförmige Trübung
1 : 300	keine Trübung	„ „	keine Trübung
1 : 500	„ „	„ „	„ „
1 : 1000	„ „	„ „	„ „

Unter Berücksichtigung dieser Beobachtung wurden in den folgenden Versuchen die Verdünnungen der Chemikalien so wenig konzentriert gewählt, daß die Bildung eines Niederschlages durch die Präparate an sich auszuschließen war.

Die Versuchsanordnung war im einzelnen folgende: Einmal wurde die Einwirkung reinen Antiformins auf reines Serum geprüft, ferner wurden Lösungen hergestellt, die

abgestufte Antiforminmengen und abgestufte Serummengen derart enthielten, daß Antiformin und Serum in den Lösungen in annähernd gleichen Mengen vorhanden waren, und schließlich wurden zu je einer schwachen 2%igen Antiforminlösung steigende Serummengen hinzugesetzt. Um für die entstehenden Präzipitate genügende Vergleichsobjekte zu haben, wurden die entsprechenden Kontrollen ohne Antiforminzusatz angelegt. In ähnlicher Weise wie bei dem Antiformin wurden Eau de Javelle und Normalnatronlauge mit Serum gemischt. Aus diesen von mir als Stammlösungen bezeichneten Mischungen stellte ich nach 10 Minuten, 4 und 24 Stunden Verdünnungen her, mit denen dann die Reaktion ausgeführt wurde. Die Verdünnungen wurden so gewählt, daß das chemische Präparat in keinem Falle in einer stärkeren Konzentration als 1 : 800 in ihnen enthalten war. Von diesen Verdünnungen wurden nun je 0,5 ccm mit 0,1 ccm präzipitierendem Kaninchen-Antipferdeserum, das einen Titer von 1 : 20000 besaß, unterschichtet. Die Versuchsanordnung und das Ergebnis der Versuche enthalten die Tabellen XVII und XVIII (S. 183 u. 184).

Demnach hat das Antiformin in denjenigen Lösungen, die annähernd gleiche Mengen Serum und Antiformin enthielten, das Eiweiß sehr schnell verändert, so daß die nach 10 Minuten aus den Stammlösungen hergestellten Verdünnungen bereits kein Präzipitat mit dem Antiserum lieferten, während in den Kontrollen eine stark positive Reaktion auftrat. Dagegen zeigte sich, daß, wenn das Pferdeserum in den Stammlösungen in einer 5 oder 10 mal größeren Menge als das Antiformin enthalten war (s. Tabelle XVII, Nr. V und VI), nach 10 Minuten, 4 und 24 Stunden in den Verdünnungen ein Präzipitat beobachtet werden konnte. Die Stärke des Präzipitats nimmt aber, je länger die Einwirkung des Antiformins dauert, allmählich ab, wie dies besonders deutlich im Versuch V der Tabelle XVII zum Ausdruck kommt.

Von Interesse ist auch das Ergebnis der mit den beiden Komponenten angestellten Versuche (s. Tabelle XVIII). Das Eau de Javelle wirkt ganz erheblich weniger intensiv als das Antiformin auf das Serum ein. In den aus den Stammlösungen nach 10 Minuten hergestellten Verdünnungen ist das Präzipitat durchgehend nur ein wenig schwächer als in den Kontrollen. Je länger das Eau de Javelle auf das Serum einwirkt, um so schwächer wird zwar das Präzipitat, jedoch sind diese Abschwächungen nur stärker ausgesprochen in den Verdünnungen, die aus der Serum und Eau de Javelle in reiner Form enthaltenden Stammlösung hergestellt sind.

Die Normalnatronlauge ähnelt in ihrer Wirkung dem Antiformin. Das Eiweiß wird jedoch durch die Lauge nicht so schnell verändert wie durch das Antiformin. In den Verdünnungen, die aus den Stammlösungen nach 10 Minuten angefertigt wurden, trat überall ein Präzipitat auf, das, was seine Intensität anbetraf, schwächer war als das unter den gleichen Versuchsbedingungen beim Eau de Javelle beobachtete. Nach vierstündiger Einwirkung der Natronlauge war das Eiweiß so weit verändert, daß sein Nachweis mittels der Präzipitation nicht mehr gelang.

Das Antiformin erweist sich auch bei diesen Versuchen als dasjenige Mittel, das am intensivsten Veränderungen des Eiweißes bewirkt; ihm nahe steht in dieser Beziehung die Normalnatronlauge, während das Eau de Javelle nur wenig wirksam sich gezeigt hat.

Digitized by Google

Tabelle XVII.

Prozentgehalt der Stammlösung a) an Pferdeserum b) an Antiformin	Verdünnung der Stammlösung u. Reaktion der Verdünnung	Die Verdünnung enthält a) Serum b) Antiformin im Verhältnis	Ausfall der mit der Verdünnung angestellten Präzipitinreaktion		
			10 Minuten nach Herstellung der Stammlösung	nach 4 Stunden	nach 24 Stunden
I. a) 50 % Serum b) 50 % Antiformin	1 : 400 schwach alkalisch	a) 1 : 800 b) 1 : 800	kein Präzipitat	kein Präzipitat	kein Präzipitat
II. a) 20 % Serum c) 10 % Antiformin	1 : 200 neutral	a) 1 : 1000 b) 1 : 2000	kein Präzipitat	kein Präzipitat	kein Präzipitat
III. a) 2 % Serum b) 5 % Antiformin	1 : 50 neutral	a) 1 : 2500 b) 1 : 1000	kein Präzipitat	kein Präzipitat	kein Präzipitat
IV. a) 2 % Serum b) 2 % Antiformin	1 : 50 neutral	a) 1 : 2500 b) 1 : 2500	kein Präzipitat	kein Präzipitat	kein Präzipitat
V. a) 10 % Serum b) 2 % Antiformin	1 : 50 neutral	a) 1 : 500 b) 1 : 2500	starkes Präzipitat	deutliches Präzipitat	schwaches Präzipitat
VI. a) 20 % Serum b) 2 % Antiformin	1 : 50 neutral	a) 1 : 500 b) 1 : 2500	starkes Präzipitat	deutliches Präzipitat	deutliches Präzipitat
VII. a) 50 % Serum b)	1 : 400 neutral	a) 1 : 800 b)	starkes Präzipitat	stark. Präzipitat	stark. Präzipitat
VIII. a) 20 % Serum b)	1 : 200 neutral	a) 1 : 4000 b)	starkes Präzipitat	stark. Präzipitat	stark. Präzipitat
IX. a) 2 % Serum b)	1 : 50 neutral	a) 1 : 2500 b)	starkes Präzipitat	stark. Präzipitat	stark. Präzipitat

Tabelle XVIII.

Prozentgehalt der Stammlösung a) an Pferdeserum b) an Eau de Javelle bezw. an Normalnatronlauge	Verdünnung der Stammlösung u. Reaktion der Verdünnung	Die Verdünnung enthielt a) Serum b) Eau de Javelle bezw. Normalnatronlauge im Verhältnis	Ausfall der mit der Verdünnung angestellten Präzipitinreaktion		
			10 Minuten nach Herstellung der Stammlösung	nach 4 Stunden	nach 24 Stunden
I. a) 50 % Serum b) 50 % Eau de Javelle	1 : 400 neutral	a) 1 : 800 b) 1 : 800	deutliches Präzipitat	ganz schwaches Präzipitat	ganz schwaches Präzipitat
II. a) 20 % Serum b) 10 % Eau de Javelle	1 : 200 neutral	a) 1 : 1000 b) 1 : 2000	starkes Präzipitat	deutliches Präzipitat	deutliches Präzipitat

Digitized by Google

Prozentgehalt der Stammlösung a) an Pferdeserum b) an Eau de Javelle bezw. an Normalnatronlauge	Verdünnung der Stammlösung u. Reaktion der Verdünnung	Die Verdünnung enthielt a) Serum b) Eau de Javelle bezw. Normalnatronlauge im Verhältnis	Ausfall der mit der Verdünnung angestellten Präzipitinreaktion		
			10 Minuten nach Herstellung der Stammlösung	nach 4 Stunden	nach 24 Stunden
III. a) 2% Serum b) 5% Eau de Javelle	1 : 50 neutral	a) 1 : 2500 b) 1 : 1000	schwaches Präzipitat	ganz schwaches Präzipitat	ganz schwaches Präzipitat
IV. a) 50% Serum b) 50% Normalnatronlauge	1 : 400 alkalisch	a) 1 : 800 b) 1 : 800	deutliches Präzipitat	kein Präzipitat	kein Präzipitat
V. a) 20% Serum b) 20% Normalnatronlauge	1 : 200 schwach alkalisch	a) 1 : 1000 b) 1 : 1000	starkes Präzipitat	kein Präzipitat	kein Präzipitat
VI. a) 2% Serum b) 10% Normalnatronlauge	1 : 50 schwach alkalisch	a) 1 : 2500 b) 1 : 500	ganz schwaches Präzipitat	kein Präzipitat	kein Präzipitat

Es könnte der Einwand gemacht werden, daß etwa die Alkaleszenz der Antiforminserum-Verdünnungen den Eintritt des Präzipitats verhindert hat. Wie in der Tabelle XVII vermerkt ist, reagierte aber nur die aus Stammlösung I hergestellte Verdünnung schwach alkalisch, während alle übrigen Verdünnungen neutrale Reaktion hatten. Ferner ist darauf hinzuweisen, daß die aus Stammlösung IV der Tabelle XVIII angefertigte Normalnatronlauge-Serumverdünnung ausgesprochen alkalisch reagierte, also erheblich alkalischer war als die erwähnte Antiforminlösung, und trotzdem ein deutliches, prompt eintretendes Präzipitat zeigte.

Fassen wir das Resultat der Untersuchungen über die Einwirkung des Antiformins und seiner Komponenten auf rote Blutkörperchen, Komplement und Blutserum zusammen, so ergibt sich folgendes.

1. Das Antiformin und seine Komponenten besitzen ausgesprochene hämolytische Eigenschaften und zwar hämolysiert das Antiformin am stärksten. 1 ccm einer 5%igen Hammelblutkörperchenaufschwemmung wird durch 1 ccm einer 0,1%igen Antiforminlösung komplett aufgelöst. Das Eau de Javelle übt erst in 0,5%iger Lösung und die Normalnatronlauge in 1%iger Lösung diese Wirkung aus. So weit Hämolyse reicht, ist auch eine Veränderung des Blutfarbstoffes zu beobachten, die beim Antiformin am intensivsten ist.

Die hämolytische Wirkung des Antiformins auf die roten Blutkörperchen verschiedener Tierarten ist anscheinend nicht von gleicher Stärke.

2. Zusatz von Meerschweinchenserum zu Lösungen des Antiformins und seiner Komponenten setzt die hämolytische Wirkung herab und zwar derart, daß Antiformin nur in 10facher, Eau de Javelle in 5facher und Normalnatronlauge in doppelter

Konzentration komplett hämolysiert. Das Antiformin wird demnach durch den Serumzusatz erheblich mehr als das Eau de Javelle und die Normalnatronlauge in seiner hämolytischen Fähigkeit beeinträchtigt.

Zur Zerstörung von Meerschweinchenkomplement genügen sehr schwache Antiforminlösungen, sowie nur wenig stärkere Lösungen der Normalnatronlauge. Dagegen sind erheblich stärkere Lösungen des Eau de Javelle dazu erforderlich.

3. Serum-Eiweiß wird durch Antiformin sehr bald so verändert, daß es durch die Präzipitation nicht mehr nachgewiesen werden kann. Der Nachweis eines solchen mit Antiformin behandelten Serum-Eiweißes mittels der Anaphylaxie ist erschwert und unsicher.

Die Wirkung der Natronlauge auf Serum-Eiweiß geht langsamer vor sich, als die des Antiformins, ist aber ebenfalls deutlich ausgesprochen.

Das Eau de Javelle erleidet anscheinend bald nach Mischung mit Serum-Eiweiß selbst derartige chemische Veränderungen, daß es das Eiweiß nur noch in geringem Grade zu verändern vermag.

Literaturverzeichnis.

v. Behring, Über Immunisierung und Heilung von Versuchstieren beim Tetanus. Zeitschr. f. Hygiene und Infektionskrankheiten, Bd. 12, S. 45.

v. Behring und Wernicke, Über Immunisierung und Heilung von Versuchstieren bei der Diphtherie. Ebenda, Bd. 12, S. 10.

Bessau, Über die Dysenteriegifte und ihre Antikörper. Zentralblatt für Bakteriologie, I. Abt. Originale, Bd. 57, Heft 1, S. 27.

Brieger, Weitere Erfahrungen über Bakteriengifte. Ebenda Bd. 19, S. 111.

Brieger und Krause, Über Lanzengift in Kamerun. Zeitschr. f. experimentelle Pathologie und Therapie, Bd. 1, S. 93.

Dieselben, Kann man durch Einspritzung von Chemikalien, wie übermangansaures Kali und Chlorkalk den menschlichen und tierischen Organismus gegen die Wirkung des Schlangengiftes schützen? Archiv für Schiffs- und Tropenhygiene 1907, Heft 6.

Calmette, Schlangengifte. Kraus und Levaditi, Handbuch der Technik und Methodik der Immunitätsforschung 1908, Bd. 1, S. 294.

Derselbe, Die tierischen Gifte und ihre antitoxische Serumtherapie. Ergänzungsband 2 zu Kolle und Wassermann, Handbuch der pathogenen Mikroorganismen, S. 254.

Doerr, Das Dysenterietoxin. Kraus und Levaditi, Handbuch der Technik und Methodik der Immunitätsforschung 1908, Bd. 1, S. 145.

Derselbe, Über ungiftige dissoziierbare Verbindungen der Toxine. Wiener klinische Wochenschr. 1907, S. 5.

Derselbe, Der gegenwärtige Stand der Lehre von der Anaphylaxie. Zeitschrift für Immunitätsforschung und experimentelle Therapie, Referate, Bd. II, Heft 7 und 8.

Doerr und Raubitschek, Toxin und anaphylaktisierende Substanz des Aalserums. Berliner klinische Wochenschr. 1908, S. 1524.

Doerr und Moldovan, Die Wirkung toxischer Normal- und Immunsera als anaphylaktische Reaktion. Zeitschrift für Immunitätsforschung und experimentelle Therapie, Bd. 7, S. 235.

Ehrlich und Bennario, Handbuch der Technik und Methodik der Immunitätsforschung von Kraus und Levaditi, 1908, Bd. 1, S. 346.

Haendel und Böing, Zentralblatt für Bakteriologie, Bd. 47. Referate. Beilage.

Kitasato, Experimentelle Untersuchungen über das Tetanusgift. Zeitschr. für Hygiene und Infektionskrankheiten, Bd. 10, S. 267.

Kolle, Über die Beziehungen der sogenannten Endotoxine zu den Toxinen. Zentralblatt für Bakteriologie, I. Abt. Referate, Beilage zu Bd. 42, S. 27.

Digitized by Google

Kolle, Heller und de Mestral, Untersuchungen über Dysenterietoxine, das Dysenterieserum und seine Wertbestimmung. Arbeiten aus dem Institut zur Erforschung der Infektionskrankheiten in Bern, 1908, S. 1.

Mosso, Handbuch der Technik und Methodik der Immunitätsforschung von Kraus und Levaditi, 1908, Bd. 1, S. 274.

Neufeld, Beobachtung über die Auflösung von Cholerabazillen und über die antigene Wirkung der dabei entstehenden Produkte. Zeitschr. f. experimentelle Pathologie und Therapie, 1909, Bd. 6.

Neufeld und Haendel, Zentralblatt für Bakteriologie. I. Abt. Referate, Beilage zu Bd. 42, S. 43.

H. Pfeiffer, Über die nekrotisierende Wirkung normaler Seren. Zeitschrift für Hygiene, Bd. 51, S. 183.

R. Pfeiffer und Ungermann, Zur Antitoxinfrage bei der Dysenterie. Zentralblatt für Bakteriologie, I. Abt., Originale, Bd. 50, S. 534.

Raubitschek und Ruß, Über entgiftende Eigenschaften der Seife. Zeitschrift für Immunitätsforschung und experimentelle Therapie, Originale, Bd., S. 395.

Roux et Martin, Handbuch der Technik und Methodik der Immunitätsforschung, 1908, Bd. 1, S. 346.

Roux et Yersin, Contribution à l'étude de la diphtérie. Annales de l'Institut Pasteur, T. III, p. 273 und T. IV, p. 385.

Salkowski, Über die Wirkung der Antiseptika auf Toxine. Berliner klinische Wochenschrift 1898, S. 545.

Selter, Das Dysenterietoxin. Zentralblatt für Bakteriologie, I. Abt. Referate, Beilage zu Bd. 47, S. 200.

Stillmark, s. Kobert, Lehrbuch der Intoxikationen, 1906, Bd. 2, S. 697.

Uhlenhuth, Zur Kenntnis der giftigen Eigenschaften des Blutserums. Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten 1897, Bd. 26.

Uhlenhuth und Haendel, Über nekrotisierende Wirkung normaler Sera, speziell des Rinderserums. Zeitschrift für Immunitätsforschung und experimentelle Therapie, Bd. III, S. 284.

Dieselben, Die Anaphylaxie-Reaktion mit besonderer Berücksichtigung der Versuche zu ihrer praktischen Verwertung. Ergebnisse der wissenschaftlichen Medizin, 2. Jahrgang, 1910, Heft 1.

Uhlenhuth und Steffenhagen, Über die Verwendung des Antiformins als Anreicherungsmittel beim bakteriologischen Nachweis von Leprabazillen. Lepra, Bibliotheca internationalis, Bd. IX, Heft 2, 1910.

Uhlenhuth und Xylander, Untersuchungen über „Antiformin", ein bakterienauflösendes Desinfektionsmittel. Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. XXXII, Heft 1.

Vaillard, Sur quelques points concernants l'immunité contre le tétanos. Annales de l'Institut Pasteur, 1892, Nr. 4.

Über die Wirkung von Desinfektionsmitteln in gefüllten Abortgruben und die Dauer der Lebensfähigkeit von Typhusbazillen in Abortgruben.

Einleitung.

Neben der frühzeitigen Auffindung des Infektionsstoffes durch rasche Ermittelung und Absonderung der ersten Krankheitsfälle ist seine Unschädlichmachung und Vernichtung eine der wichtigsten Aufgaben der Seuchenbekämpfung. Auch bei der vor einigen Jahren unter der Leitung eines Reichskommissars unternommenen systematischen Typhusbekämpfung im Südwesten wurde daher dem Desinfektionswesen besondere Sorgfalt gewidmet und zwar nicht nur hinsichtlich der am Krankenbett und in der unmittelbaren Nähe der Kranken erforderlichen Maßnahmen, sondern auch bezüglich der Abtötung der etwa in die weitere Umgebung verschleppten und nach außen gelangten Krankheitskeime. Im besonderen wurde die Frage geprüft, wie die Fäkalien in den Abortgruben sich wirksam desinfizieren lassen, da die Meinungen darüber noch recht erheblich auseinander gingen.

Schon bezüglich des Zeitraumes, während dessen sich Typhusbazillen in Fäkalien halten können, waren die Ansichten verschieden. Die Angaben hierüber wichen nicht unbeträchtlich voneinander ab. Beobachtungen, nach denen die Typhusbazillen in Abortgruben schon nach 20 Tagen absterben, standen Ergebnisse anderer Versuche gegenüber, bei welchen selbst noch nach 6 Monaten der Nachweis dieser Bakterien möglich war.

Ebenso waren über die Wirksamkeit der beiden in erster Linie für die Grubendesinfektion in Betracht kommenden Desinfektionsmittel, des Kalkes und des Chlorkalkes, die Anschauungen geteilt. Dazu kam, daß in neuerer Zeit noch andere Desinfektionsmittel, namentlich das Saprol, für die Grubendesinfektion empfohlen worden waren, deren Erprobung in größeren Versuchen erwünscht erschien.

Die Frage der Grubendesinfektion war daher auf den Konferenzen der Leiter der Typhus-Untersuchungsstationen innerhalb des oben erwähnten Bekämpfungsgebiets mehrfach Gegenstand eingehender Erörterungen, und auf der im Juni 1905 in Idar abgehaltenen Leiterkonferenz wurde die Anstellung von Versuchen über die Haltbarkeit von Typhusbazillen in Abortgruben sowie über die Wirkung verschiedener Desinfektionsmittel in gefüllten Abortgruben in Anregung gebracht. Ein entsprechender Versuchsplan wurde von dem Herrn Reichskommissar für die Typhusbekämpfung im

Einvernehmen mit dem Kaiserlichen Gesundheitsamte ausgearbeitet, wonach die Untersuchungen in einer den praktischen Verhältnissen möglichst entsprechenden Weise vorzunehmen waren.

Für die Versuche wurden aus Reichsfonds besondere Geldmittel zur Verfügung gestellt und die Typhus-Untersuchungsstationen Idar, Metz und Trier mit der Durchführung der Versuche beauftragt. In erster Linie sollte dabei die Verwendbarkeit des Kalkes für die Grubendesinfektion erprobt werden, und zwar sollte von jeder Station hauptsächlich Kalk, der in der betreffenden Gegend vorkommt, zu den Untersuchungen benutzt und auf seine Desinfektionskraft geprüft werden. Doch war es den Stationen freigestellt, auch andere Desinfektionsmittel wie Chlorkalk und Saprol zu den Versuchen heranzuziehen. Schließlich sollten die Versuche auch darüber Aufschluß geben, ob sich eine wirksame Desinfektion des Inhalts einer Grube nur bei inniger Vermischung der Fäkalien mit dem Desinfektionsmittel durch Umrühren erreichen läßt, oder ob nicht auch einfaches Aufgießen der benutzten Desinfektionsstoffe in bestimmten Konzentrationen auf die Oberfläche des Grubeninhaltes genügt, um eine ausreichende Wirkung zu erzielen.

Die Untersuchungen haben zu Ergebnissen geführt, die für die Praxis von Interesse sind.

Die nachstehenden Berichte aus den Typhus-Untersuchungsstationen Idar, Metz und Trier enthalten das Nähere über die Ergebnisse.

Über die Wirkung von Desinfektionsmitteln in gefüllten Abortgruben und die Dauer der Lebensfähigkeit von Typhusbazillen in Abortgruben.

Von

Dr. Neumann, Königl. Kreisarzt des Kreises Westerburg, früherem Leiter

und

Dr. Mosebach, Leiter

der Untersuchungsstation Idar.

I. Beobachtungen über die Haltbarkeit der Typhusbazillen in Abortgruben.

Um bei den Gruben-Desinfektionsversuchen eine Kontrolle darüber zu haben, ob das Absterben der Typhusbazillen auf der Wirkung des Desinfiziens beruhe und nicht etwa auf ein spontanes Zugrundegehen zurückzuführen sei, wurden die beiden zu den Versuchen benutzten Gruben gleichzeitig mit annähernd gleichen Mengen 18stündiger Typhus-Agarkulturen desselben Stammes infiziert und die Bakterienmenge durch Umrühren in den Gruben verteilt. Während in der einen Grube die Wirkung des betreffenden Desinfektionsmittels geprüft wurde, diente die zweite zur Kontrolle und gleichzeitigen Beobachtung der Lebensdauer der Typhusbazillen. Bezüglich der Beurteilung der Lebensdauer bezw. des Nachweises der Typhusbazillen in der Kontrollgrube war zu berücksichtigen die Resistenz des Typhusstammes, das Mengenverhältnis der Typhusbazillen zum Grubeninhalt und zu den in den Fäzes vorhandenen Coli-

bakterien, ferner war zu berücksichtigen Konsistenz und Reaktion des Grubeninhaltes und endlich die Witterungsverhältnisse.

Beobachtungen über die Lebensdauer der Typhusbazillen.

1. Versuch.

Die Lebensdauer der Typhusbazillen erstreckte sich bei der ersten Beobachtung auf die Zeit vom 26. 3. 08 bis 4. 5. 08, also über einen Zeitraum von 39 Tagen. Die Grube war mit ungefähr 500 Litern eines ziemlich dünnflüssigen, leicht alkalisch reagierenden Urin-Fäkaliengemisches angefüllt. Zugesetzt wurde ihr die Abschwemmung 18stündiger Typhus-Agarkulturen eines frischen Stuhlstammes, und zwar wurden zwei große mit neutralem Agar beschickte Doppelschalen mit 200 ccm steriler physiologischer Kochsalzlösung abgeschwemmt und jeder Grube 100 ccm der Abschwemmung zugesetzt.

Die Bakterienabschwemmung wurde durch Umrühren in dem Grubeninhalt gleichmäßig verteilt. Aus einer gleich nach dem Umrühren entnommenen Probe wuchsen bei der Aussaat auf der Drigalski-Agarplatte zahlreiche Typhuskolonien. Ungefähr 24 Stunden nach der Infektion der Gruben wurden von der oberflächlichen und aus der tiefsten Schicht der Grube Proben entnommen und auf Lackmus-Milchzucker-Agar verarbeitet. Nach 24stündiger Bebrütung bei 37° fanden sich auf der Oberflächenplatte blaue und rot wachsende Kolonien fast in gleicher Anzahl, während bei der aus der Tiefe stammenden Probe die Zahl der rot wachsenden Kolonien die der blauen fast um das Zehnfache überwog. Wie Agglutination und Kulturdifferenzierung ergaben, handelte es sich bei den blauen Kolonien stets um Typhus, bei den roten meist um Coli. Erst nach vier Wochen zeigte sich eine geringe Abnahme der Typhusbazillen, die immerhin auch am letzten Beobachtungstage, dem 39. nach der Infektion der Gruben, noch in reichlicher Anzahl nachgewiesen werden konnten. Die Beobachtung mußte dann aus äußeren Gründen abgebrochen werden.

2. Versuch.

Die zweite Füllung der Versuchsgruben wurde am 14. 8. 08 vorgenommen. Die Konsistenz des schwach alkalisch reagierenden Urin-Fäkaliengemisches war etwas fester als im ersten Versuch. Infiziert wurden die Gruben mit einem frisch aus dem Stuhl einer Bazillenträgerin gezüchteten Typhusstamme. Da in den nach dem Umrühren entnommenen Proben Coli in erheblich größerer Menge vorhanden war als Typhus, so wurde am 19. 8. 08, also nach 5 Tagen, nochmals die Typhuskultur-Abschwemmung einer großen Agar-Doppelschale jeder Grube zugesetzt. In den nunmehr entnommenen Proben hatten die Typhuskolonien das numerische Übergewicht über Coli.

Bis zum 31. 8., also nach 12tägiger Beobachtung, zeigten die Drigalskiplatten einen unverminderten Typhusgehalt. Eine Abnahme der Typhuskolonien machte sich zuerst am 4. 9. 08, also nach 16 Tagen, bemerkbar. Zu erwähnen ist, daß in der Beobachtungsperiode der Grubeninhalt durch eindringendes Regenwasser stark verdünnt worden war. Vom 18. 9. an kamen nur noch ganz vereinzelte Typhuskolonien auf dem blauen Agar zur Entwicklung. Der letzte Nachweis gelang noch am 23. 9.

Vom 1. 10. ab (in der Zwischenzeit hatte aus äußeren Gründen keine Entnahme stattfinden können) waren Typhusbazillen überhaupt nicht mehr nachweisbar, auch war der Bakteriengehalt im ganzen stark vermindert. Im zweiten Versuch waren also die Typhusbazillen nach 35 Tagen abgestorben; daß die Ursache dieses verhältnismäßig frühen Zugrundegehens der Typhusbazillen nicht allein in ihrer geringeren Resistenz zu suchen ist, dürfte wohl daraus hervorgehen, daß gleichzeitig mit ihnen auch die anderen Bakterien erheblich an Zahl abnahmen. Ob die Vermehrung des Grubeninhaltes durch zufließendes Regenwasser ungünstigere Lebensbedingungen geschaffen hat oder andere äußere Einflüsse die Lebensdauer beeinträchtigten, konnte nicht nachgewiesen werden.

3. Versuch.

Am 15. 10. 08 wurde eine Grube mit der Abschwemmung zweier großer Agarplatten, die mit einem frisch aus dem Stuhl eines Typhuskranken gezüchteten Stamme beschickt waren, infiziert. Am 28. 10., nachdem starke Nachtfröste die Oberfläche des Grubeninhaltes hatten gefrieren lassen, wurden Typhusbazillen in erheblicher Menge nachgewiesen, also nach 14 Tagen. Die Grube wurde zu Versuchszwecken desinfiziert.

4. Versuch.

Am 20. 12. 08 wurden beide Versuchsgruben mit der Reinkultur eines frisch gezüchteten Typhus-Stuhlstammes infiziert und zwar wurden jeder Grube 200 ccm einer wässerigen Abschwemmung zweier großer Agarplatten zugesetzt. Grube 1 enthielt ein mehr dickbreiiges Urin-Fäkaliengemisch von deutlich alkalischer Reaktion. Bei diesem Versuch wurde die Bakterienabschwemmung auf die Oberfläche der Gruben leicht aufgeschüttet, der Inhalt wurde nicht umgerührt. Die erste nach 24 Stunden erfolgte Entnahme zeigte, daß die Typhusbazillen in dieser Zeit bereits von der Oberfläche bis in die tiefsten Schichten der $^1/_2$ m hohen Flüssigkeitssäule vorgedrungen waren. Denn die vom Boden der Grube gewonnenen Proben ließen auf den blauen Drigalski-Platten Typhuskolonien in annähernd gleicher Menge wie die den Nährboden rot färbenden Coliarten wachsen, während die von der Oberfläche entnommenen Proben, wie es nach dem Infektionsverfahren nicht anders zu erwarten war, Typhus beinahe in Reinkultur aufwiesen. Um zu verhindern, daß der oberflächlichen und mittleren Flüssigkeitssäule entstammende, an dem Entnahmeapparat haftende Typhuskeime sich der aus der Tiefe gewonnenen Probe beimischten, wurde die Außenfläche des Entnahmeapparates vor dem Öffnen mit kochendem Wasser abgespült. Nachdem alle außen haftenden Kotteile durch Abspülen entfernt waren, wurde der Apparat geöffnet und von den auslaufenden aus der Tiefe stammenden Fäkalmassen Proben verarbeitet. Eine schädigende Hitzewirkung auf den Inhalt des Entnahmeapparates war bei der Dicke der Metallwandung desselben nicht zu befürchten. Bei dieser Versuchsanordnung war also ein sehr schnelles Vordringen der Typhusbazillen von der Oberfläche in die Tiefe des Grubeninhaltes zu beobachten. Die Dauer der Beobachtung der Lebensfähigkeit erstreckte sich vom 20. 12. 08 bis 25. 2. 09, also über einen Zeitraum von 69 Tagen. Strenger Frost hatte die oberflächliche Schicht des Gruben-

Digitized by Google

inhaltes in einer Dicke von 3 cm gefrieren lassen. Auch im Eise konnten die Typhusbazillen mit Leichtigkeit nachgewiesen werden. Die Abnahme der Typhuskeime nach Ablauf der 69 Tage war eine unerhebliche und kann man die Persistenz der Typhuserreger wohl auf die Kälte zurückführen, die ein Überwuchern der Saprophyten hinderte, ohne die Typhusbazillen zu schädigen.

II. Desinfektionsversuche mit Kalkmilch und Saprol.

Bei den Versuchen dienten zwei auszementierte Gruben von je 1 cbm Rauminhalt zur Aufnahme des Grubeninhaltes. Jede Grube wurde jeweils zur Hälfte mit Fäkalmassen gefüllt, enthielt also etwa 500 Liter, bei einer Flüssigkeitssäule von 50 cm. Nach Infizierung beider Gruben mit Typhusbazillen wurde der einen das Desinfektionsmittel zugesetzt, während die andere als Kontrollgrube bezüglich der Lebensdauer der Typhusbazillen diente.

Der Grubeninhalt war stets recht dünnflüssig, da dickbreiiger nicht zu erhalten war. Unter natürlichen Verhältnissen wird man es jedoch bei vorschriftsmäßig hergestellten Gruben fast immer mit einem dünnflüssigen Inhalte zu tun haben, da durch den Harn und das zufließende Meteorwasser die festen Bestandteile in kurzer Zeit gelöst werden. Bei einer Anzahl Gruben, die bezüglich der Konsistenz ihres Inhaltes geprüft wurden, konnte stets nur ein dünnflüssiger Inhalt gefunden werden.

Die Entnahme der Proben geschah regelmäßig von der Oberfläche der Flüssigkeitssäule und vom Boden der Grube. Bei den Versuchen mit Saprol wurde noch eine dritte Entnahme aus der Mitte, also in einer Höhe von 25 cm eingeschaltet. Die Entnahme geschah bei allen Überschichtungsversuchen (s. unten) durch ein an der Seite der Grube befestigtes und bis nahe an den Boden reichendes Tauchrohr, um das an der Oberfläche befindliche Desinfektionsmittel nicht in die Tiefe zu verschleppen.

Von allen Proben wurden Ausstriche auf Lackmus-Milchzucker-Agar angelegt und gleichzeitig, um eine genügende Verdünnung des anhaftenden Desinfektionsmittels herbeizuführen, 200 ccm Nährbouillon enthaltende Erlenmeyerkölbchen beschickt, welche nach 24stündigem Aufenthalte im Brutschranke weiter zu Ausstrichen auf Lackmus-Milchzucker-Agar (z. T. noch mit Vorkultur auf Lentz-Tietzschem Malachitgrünagar) verwendet wurden.

Die Beobachtungsdauer wurde bei den Versuchen möglichst lange ausgedehnt, um auch die Nachhaltigkeit der Desinfektionswirkung zu prüfen. Selbst nach mehrtägigem, negativem Ausfall der Untersuchungen gelang es einigemale doch noch später wieder Typhusbazillen nachzuweisen.

Die Versuche zerfallen: 1. in solche, bei denen das Desinfektionsmittel mit dem Grubeninhalt durch Umrühren innig vermischt wurde (Mischungsversuche) und 2. in solche, bei denen das Desinfektionsmittel nur auf die Oberfläche aufgegossen wurde (Überschichtungsversuche).

Als Desinfektionsmittel wurden benutzt: Kalkmilch (gelöschter Kalk mit Wasser im Verhältnis 1 : 3 gemischt) und Abortsaprol der Firma Nördlinger in Flörsheim.

Digitized by Google

Bezüglich der folgenden Versuchstabellen ist zu bemerken, daß fast täglich Proben entnommen wurden; hier sind jedoch in der Hauptsache nur diejenigen Entnahmen angeführt, mit denen das Wachstum von Typhus- oder Colibazillen in einer Schicht erloschen war, wo also auch bei späteren Entnahmen die betreffende Bakterienart niemals mehr nachgewiesen werden konnte. Der größeren Übersicht halber sind nach Erlöschen des Wachstums bei den späteren Entnahmen die negativen Zeichen weggelassen worden.

A. Versuche mit Kalkmilch.

I. Versuch (Mischungsversuch).

Menge des Desinficiens	Dauer der Einwirkung	Oberfläche Typh.	Oberfläche Coli	Tiefe Typh.	Tiefe Coli	Bemerkungen
Nacheinander wurden zugesetzt:						500 Liter Fäkalmassen
20 Liter durch den Desinfektor	6 Tage	+	+	+	+	
40 Liter (im ganzen 60 Liter)	4 „	+	+	+	+	
	5 „	—	+	+	+	
	7 „		+	—	+	
40 Liter (im ganzen 100 Liter)	15 „		+		+	
25 Liter (im ganzen 125 Liter)	6 Stdn.		—		+	Bis zum 15. Tag beobachtet. In der Kontrollgrube waren die Typhusbazillen bis zum Schluß des Versuches lebensfähig geblieben
	2 Tage				+	
	3 „				—	
II. Versuch (Mischungsversuch).						
						Kontrollgrube des vorigen Versuchs benutzt
125 Liter	5 Stdn.	—	+	+	+	500 Liter Fäkalmassen
	6 Tage		+	+[1]	+	[1] eine vereinzelte Kolonie
	8 „		+	—	+	
	21 „		+		+	
25 Liter (im ganzen 150 Liter)			—		—	
III. Versuch (Überschichtungsversuch).						
120 Liter	3 Tage	+	+	+	+	500 Liter Fäkalmassen
	5 „	—	+	—	+	
	24 „		+		+	
25 Liter (im ganzen 145 Liter)	3 „		+		+	
	6 „		—		—	Bis zum 19. Tage beobachtet
IV. Versuch (Überschichtungsversuch).						
150 Liter	6 Stdn.	—	+	—	+	500 Liter Fäkalmassen
	25 Tage		+		—	
25 Liter (im ganzen 175 Liter)			—		—	

Digitized by Google

B. Versuche mit Saprol.

V. Versuch (Überschichtungsversuch).

Menge des Desinficiens	Dauer der Einwirkung	Oberfläche		Tiefe v. 25 cm		Tiefe		Bemerkungen
		Typh.	Coli	Typh.	Coli	Typh.	Coli	
								Etwa 520 Liter Fäkalmassen
2,6 Liter ($^1/_2$% des Inhalts)	3 Tage	+[1])	+	+	+	+	+	[1]) außerhalb des Tauchrohres entnommen
	4 „	—	+	+	+	+	+	
	6 „		+	—	+	+	+	
2,5 Liter (etwa 1% des Inhalts im ganzen)	2 Tage		—		+	+	+	
5 Liter (im ganzen etwa 2% des Inhalts)	4 „				+	+	+	Darauf wird kräftig umgerührt!
	4 „				+[1])	+	+	[1]) vereinzelt
	5 „				+	—	+	
	6 „				—		+	Bei allen weiteren Entnahmen konnte Coli in der Tiefe noch nachgewiesen werden

VI. Versuch (Mischungsversuch).

Menge des Desinficiens	Dauer der Einwirkung	Oberfläche Typh.	Oberfläche Coli	Tiefe v. 25 cm Typh.	Tiefe v. 25 cm Coli	Tiefe Typh.	Tiefe Coli	Bemerkungen
								500 Liter Fäkalmassen
9 Liter (etwa 2% des Inhalts)	sofort	+	+	+	+	+	+	
	6 Stdn.	—	+	—	+	—	+	
	4 Tage		+		+		+	
	5 „		—		—		—	

Zusammenfassend ergibt sich aus den Versuchen:

1. Die bei dem ersten Versuche ausgeführte Desinfektion hat sich als ungenügend erwiesen.

2. Beim Vermischen von Kalkmilch mit dem Grubeninhalte im Verhältnis von 1 : 4 waren noch nach 6 Tagen vereinzelte Typhusbazillen in der Tiefe nachweisbar. — Erst ein Kalkmilchzusatz von $^1/_3$ des Grubeninhaltes würde zur Desinfektion genügen.

3. Kalkmilch auf die Oberfläche des Grubeninhalts aufgegossen, tötete bei Zusatz von $^1/_4$ Kalkmilch Typhusbazillen erst in 5 Tagen ab; bei Zusatz von $^1/_3$ waren bereits nach 6 Stunden keine Typhusbazillen mehr nachweisbar. Der schnell zu Boden sinkende und so alle Schichten des Inhalts durchwandernde Kalk hatte auch bereits in der Tiefe gewirkt.

4. Ein 1%iger Saprolzusatz, wie ihn die Firma Nördlinger in Flörsheim für genügend hält, reicht bei einfacher Überschichtung nicht zur Abtötung von Typhusbazillen aus. Selbst die doppelte Menge vermochte die Krankheitserreger in der Tiefe nicht abzutöten. Erst nach kräftigem Vermischen des Saprols mit dem Inhalte wurden dieselben vernichtet, und zwar auch erst nach 5 Tagen. — Wurde das Saprol gleich mit dem Grubeninhalte kräftig verrührt, so war bei einem 2%igen Zusatz schon nach 6 Stunden die Abtötung der Typhuskeime erfolgt.

Digitized by Google

5. Die Desinfektion mit Saprol ist für die Praxis wenig zu empfehlen und stellt sich wesentlich teurer als die mit Kalk.

III. Ein Desinfektionsversuch mit Antiformin.

Auf Veranlassung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes wurde auch ein Grubendesinfektionsversuch mit Antiformin ausgeführt, um die Wirkung dieses durch die Untersuchungen Uhlenhuths[1]) bekannt gewordenen Desinfektionsmittels, welches bei Laboratoriumsversuchen selbst feste Kotmassen aufzulösen vermochte, auch unter den Verhältnissen der Praxis zu erproben.

Wie bei den vorigen Versuchen war die zu desinfizierende Grube mit etwa 500 Liter Fäkalmasse, die nur einige festere Kotpartikel enthielt, gefüllt. Dieselbe wurde mit einem frisch aus Stuhl gezüchteten Typhusstamme infiziert. Vor Zusatz des Antiformins bei jeder Entnahme konnten die Typhusbazillen in reichlicher Menge durch Ausstriche auf Lackmus-Milchzucker-Agar nachgewiesen werden.

Da der Inhalt eine stark alkalische Reaktion zeigte, und unter solchen Umständen nach den Feststellungen Uhlenhuths die Wirkung des Antiformins stark herabgesetzt wird, so wurden zunächst etwa 300 ccm konzentrierter Salzsäure zugesetzt. Alsdann wurden zu dem nur noch schwach alkalisch reagierenden Grubeninhalte 75 Liter Antiformin hinzugegossen und sofort energisch verrührt. Der Antiformingehalt betrug sonach etwa 15%.

Bezüglich der Entnahme der Proben und der angelegten Kulturen zum Nachweise der Desinfektionswirkung wurde ebenso verfahren, wie bei den Versuchen mit Kalkmilch und Saprol.

Die Proben wurden nach dem Antiforminzusatz in folgenden Zeitabständen entnommen:

1. sofort nach dem Umrühren,
2. nach 2 Stunden,
3. „ 4 „ ,
4. „ 8 „ ,
5. „ 26 „ ,
6. „ 96 „ , (4 Tage).

Nur bei der ersten Entnahme, also unmittelbar nach dem Hinzufügen des Antiformins, konnte auf einer Lackmus-Milchzucker-Agarplatte noch eine einzige Typhuskolonie aus der Tiefe nachgewiesen werden, während die der Oberfläche entstammende Probe weder Typhus- noch Colibakterien aufwies. Auch bei allen weiteren Entnahmen wurden beide Bakterienarten nicht mehr nachgewiesen. Andere Bakterien waren aber noch nach 26 Stunden nicht abgetötet. Erst bei der 6. Entnahme nach 4 Tagen blieben die mit Proben beschickten Nährböden steril.

Wegen des sehr hohen Preises des Antiformins konnte nur dieser eine Versuch ausgeführt werden. Wegen der beträchtlichen Kosten wird das Antiformin als Desinfektionsmittel für Gruben praktisch nicht in Betracht kommen. Da das Liter

---

[1]) Antiformin, ein bakterienauflösendes Desinfektionsmittel. Zentralbl. f. Bakt. 1. Abt. Referate, Band 42, Beiheft. Ferner Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. XXXII.

Antiformin 50 Pf. kostet, würde zur Desinfektion der für einen Grubeninhalt geringen Fäkalienmenge von 500 Litern, wie in dem beschriebenen Versuche, für 37,50 M. Antiformin nötig sein.

Bemerkt sei hier noch, daß beim Hinzusetzen des Antiformins eine außerordentlich heftige Schaumbildung auftrat, während der Grube sehr intensive Chlordämpfe entstiegen, welche die Schleimhäute in äußerst lästiger Weise reizten. Der Chlorgeruch konnte noch nach einem Monat über der Grube deutlich wahrgenommen werden.

Über die Wirkung von Desinfektionsmitteln in gefüllten Abortgruben und die Dauer der Lebensfähigkeit von Typhusbazillen in Abortgruben.

Von

Dr. Symanski,

Königl. Kreisarzt des Kreises Gostyn,

früherem Leiter der Untersuchungsanstalt Metz.

Bei den räumlich beschränkten Verhältnissen der Anstalt mußte von der Anlegung von Gruben abgesehen werden. Es wurden statt dessen 1 m hohe und 126 l fassende eiserne Kübel beschafft, von denen bei jeder Versuchsreihe einer als Kontrollgefäß zur Beobachtung des spontanen Absterbens der Bazillen diente, während die beiden anderen zu den Desinfektionsversuchen benutzt wurden.

Zur Entnahme von Proben dienten nach dem Prinzip des Fränkelschen Erdbohrers konstruierte, von der Firma Lautenschläger hergestellte Entnahmeapparate, die eine reichliche Entnahme von Material ermöglichen und leicht sterilisierbar sind. Für jeden Kübel wurde ein besonderer Entnahmeapparat benutzt.

Um bei den durch bloßes Aufschütten auf die Oberfläche zugesetzten Desinfektionsmitteln eine Berührung des Entnahmeapparats mit diesen zu verhindern, erhielten zwei der Kübel ein genügend weites, fest mit den Tonnenwänden verbundenes Eisenblechrohr, durch welches der Entnahmeapparat eingeführt wurde. Die Füllung bezw. die Entleerung der Kübel wurde jedesmal durch die städtische Abfuhrgesellschaft bewerkstelligt derart, daß nach gründlicher Desinfektion und Reinigung mit Wasser jede der Tonnen bis zu gleicher Höhe mit einem Fäkal-Uringemisch gefüllt wurde. Die Konsistenz dieser Masse war dickflüssig und bei allen Versuchen stets ziemlich gleich.

Von Desinfektionsmitteln gelangten bei den Versuchen nur Kalk und Saprol zur Anwendung.

Sämtliche Proben wurden auf das Vorhandensein von Typhus- und Colibazillen untersucht, und hierbei zur Isolierung Lackmusagar in Verbindung mit Malachitgrünagar benutzt. In jedem Falle wurden direkte Plattenausstriche und außerdem auch Vorkulturen in Bouillonkölbchen angelegt. Die Vorkulturen blieben 24 Stunden bei 37° und wurden dann ebenfalls zur Anlage von Platten benutzt. Die Menge des für die Vorkulturen verimpften Materials betrug in jedem Falle 6 große Ösen (à 30 mg).

Die Beimpfung der Kübel wurde bei jeder Versuchsreihe in der Weise vorgenommen, daß der etwa zwei- bis dreitägige Typhusrasen von 30 großen Drigalskiplatten in 1500 ccm sterilen Wassers abgeschwemmt, und je 500 ccm in die Kübel verteilt wurden, so daß ungeheure Mengen von Typhusbazillen dem Fäkal-Uringemisch beigemengt wurden. Die Reaktion des Kübelinhalts gab in der Regel mit Lackmuspapier schwach alkalische Reaktion. Sehr oft enthielten die Kontrollplatten tagelang Typhusbazillen fast in Reinkultur, Colikolonien dagegen nur in relativ sehr geringer Anzahl. Sie boten häufig ein Aussehen ähnlich wie Platten, welche man bei der Züchtung von Typhusbazillen aus dem Kot bezw. Urin von Bazillenträgern erhält.

Eine Beobachtung glaube ich nicht unerwähnt lassen zu sollen, daß nämlich nach 8 bezw. 14 Tagen die anfänglich typisch und nur sehr groß gewachsenen Typhuskolonien ein vollständig opakes weißliches verändertes Aussehen zeigten, so daß sie nur durch die serologischen und sonstigen Prüfungsmethoden als solche erkennbar waren. Nicht ganz selten war auch eine Abnahme der Agglutinabilität gegen Ende des Versuchs zu konstatieren. Nach Verschwinden bezw. Abtötung der Typhus- und Colikeime traten häufig Kokken und Sarzinen auf den Platten auf, um schließlich bei der Mehrzahl der Untersuchungen einem in feinster Tröpfchenform wachsenden Diplo- (Lanzett-) Kokkus Platz zu machen, der überhaupt ein fast regelmäßiger Bewohner normaler sowohl wie typhushaltiger Stühle ist.

Was die Versuche über die Lebensdauer der Typhus- und Colibazillen in gefüllten Abortgruben und ihr spontanes Absterben anlangt, so ergaben dieselben, daß die Typhusbazillen trotz der außerordentlich reichlichen Einsaat durchschnittlich nach 32 Tagen spontan abgestorben waren. Nur in einem Falle konnten sie noch bis zum 46. Tage nachgewiesen werden; bei einem anderen Versuch waren sie dagegen schon vom 25. Tage an in dem Kübelinhalt nicht mehr festzustellen. Ein noch früheres Absterben der Typhusbazillen wurde nicht beobachtet.

Colikeime konnten bei den Versuchen im Durchschnitt bis zum 30. Tage aus dem Kübelinhalt isoliert werden. Die längste Frist, während der sich diese Bakterien nachweisen ließen, betrug 36 Tage, die kürzeste nur 18 Tage.

Die Tatsache, daß bei den Versuchen die Typhusbazillen länger nachzuweisen waren wie die Colikeime, erscheint zunächst auffällig, sie erklärt sich aber ohne weiteres dadurch, daß infolge der sehr reichlichen Einsaat von Typhusbazillen in dem Kübelinhalt die Colikeime, wie schon vorstehend erwähnt, gegenüber den ersteren häufig nur in verschwindend geringer Anzahl vorhanden waren, und außerdem bei den Versuchen a l t e Fäkal-Uringemische verwandt wurden. Bei einigen Laboratoriumsversuchen im kleinen, welche mit ganz frischen, an Colikeimen reichen Fäkalien ausgeführt wurden, waren dagegen die Typhuskeime immer, selbst wenn die Beimpfung mit einer im Verhältnis 5 mal größeren Bakterienmenge erfolgt war als bei den Kübelversuchen, bereits nach drei bis sechs Tagen mit den gebräuchlichen Untersuchungsmethoden nicht mehr nachzuweisen.

Bei den Desinfektionsversuchen mit Kalkmilch wurden ziemlich abweichende Ergebnisse erzielt. Bei zwei Versuchen, bei denen frisch zubereitete Kalkmilch im Verhältnis von 1 Teil Kalkmilch auf 3 Teile Kübelinhalt angewandt worden war,

erwiesen sich in dem einen die Typhuskeime erst nach 13, im andern sogar erst nach 18 Tagen abgetötet. Die Colikeime zeigten sich beträchtlich widerstandsfähiger, sie waren im ersten Falle noch bis zum 17., im zweiten sogar bis zum 29. Tage in dem Kübelinhalt nachweisbar. Zu bemerken ist, daß bei allen Versuchen die Kalkmilch nicht mit dem Kübelinhalt durch Verrühren gemischt, sondern immer nur auf die Oberfläche aufgegossen wurde.

An diesen wenig günstigen Ergebnissen scheint die Beschaffenheit des benutzten Kalkes Schuld gewesen zu sein, denn bei zwei weiteren Versuchen, bei welchen ein anderer Kalk, der beim Löschen eine viel energischere Reaktion gezeigt hatte, benutzt worden war, wurden ganz erheblich günstigere Resultate erzielt. In beiden Fällen konnten schon nach 24 Stunden Typhusbazillen nicht mehr nachgewiesen werden, während der Nachweis von Colikeimen auch hier doch noch bis zu 10 bezw. 14 Tagen gelang.

Gar keine oder höchstens eine äußerst geringe Desinfektionswirkung wurde in einem Versuch beobachtet, bei welchem frisch bereitetes Kalkpulver ohne Wasserzusatz auf die Oberfläche des Kübelinhaltes in einem Verhältnis von 1 Teil Kalk auf 10 Teile Kübelinhalt aufgeschüttet worden war. Die Typhusbazillen waren erst nach 32 Tagen verschwunden, also nach einem Zeitraum, nach welchem bereits ihr spontanes Absterben zu erwarten war.

Zu ungünstigen Ergebnissen führten die Versuche mit Saprol.

Bei Anwendung dieses Mittels im Verhältnis von 1 % wurden Typhusbazillen in einem Versuche erst nach 13, in einem anderen Versuche erst nach 25 Tagen abgetötet. Die Colibazillen widerstanden in diesen Fällen 18 bezw. 30 Tage. Auch eine Steigerung des Saprolzusatzes auf 1,5 % führte zu keinen besseren Resultaten. Bei Verwendung dieser Konzentration waren in zwei Versuchsreihen Typhusbazillen bis zu 21 und 23, Colibazillen bis zu 18 und 26 Tagen nachzuweisen.

Zusammenfassend ergibt sich, daß Typhuskeime selbst nach außerordentlich großer Einsaat in gefüllten Abortgruben, wenn es sich um alte Fäkalien-Uringemische handelt, nach 4 bis 6 Wochen spontan absterben. Bei Füllung der Gruben mit an Colikeimen reichen Fäkalien ist nach dem Ausfall der erwähnten Laboratoriumsversuche noch ein früheres Absterben der Typhusbazillen zu erwarten.

Saprol bewirkt bei Verwendung in den zur Grubendesinfektion vorgeschriebenen Prozentverhältnissen keine ausreichende Desinfektionswirkung.

Dagegen kann bei Anwendung von Kalkmilch in dem Verhältnis von 1 Teil Kalkmilch auf 3 Teile Grubeninhalt auch durch einfaches Aufgießen auf die Oberfläche des Grubeninhalts in manchen aber nicht in allen Fällen schon innerhalb 24 Stunden eine genügende Desinfektion erzielt werden.

Digitized by Google

Über die Wirkung von Desinfektionsmitteln in gefüllten Abortgruben und die Dauer der Lebensfähigkeit von Typhusbazillen in Abortgruben.

Von

Stabsarzt **Oskar Fischer,**

Leiter der Untersuchungsanstalt Trier.

Die Versuche der Untersuchungsanstalt Trier sind schon unter meinem Vorgänger begonnen und zum größten Teil von dem damaligen Assistenten der Anstalt, Dr. Berens, ausgeführt worden.

Als Abortgruben dienten zwei im Hofe der Anstalt hergestellte kubische, etwa 1 cbm fassende, gemauerte und zementierte Gruben, welche von einem abschließbaren überdachten Holzverschlage umgeben waren. Die eine derselben diente Versuchs-, die andere Kontrollzwecken. Ihre Füllungen wurden von einem Abfuhrunternehmer aus Abortgruben außerhalb des Weichbildes der Stadt angefahren, da in der Stadt Trier sämtliche Abortanlagen an die Kanalisation angeschlossen sind. Die Beschaffung der Fäkalien war infolgedessen öfter mit Schwierigkeiten verbunden und bereitete viele Verzögerungen. Die umständliche Füllung und Leerung der Gruben brachte infolge des dabei sich entwickelnden üblen Geruchs eine große Belästigung für die der Anstalt benachbarten Häuser mit sich, so daß die Versuche nach Verlegung der Anstalt in eine bessere Gegend Triers im Herbst 1908 leider nicht fortgesetzt werden konnten.

Zur Entnahme von Proben aus den Gruben diente ein vom Reichskommissar für die Typhusbekämpfung übersandter Apparat, den die Firma Lautenschläger angefertigt hatte. Er besteht aus zwei ineinander geschobenen, am unteren Ende konisch geschlossenen, vernickelten Eisenröhrchen von etwa 50 cm Länge. Am konischen Ende des Innen- wie Außenrohres sind je zwei gegenüber liegende rechteckige Fenster ausgeschnitten. Der Apparat ist geöffnet, wenn die Fenster des Innenrohres hinter denen des Außenrohres liegen; durch eine Vierteldrehung des Innenrohres, welches zu diesem Zweck mit einem Querstab als Handgriff versehen ist, wird die Aufnahmekammer im Konus geschlossen.

Durch Aufschrauben von Ansatzröhren läßt sich der Apparat um das Doppelte verlängern.

Das Sterilisieren desselben geschah mittels Auskochens in Wasser in einem langen Blechkasten.

Um bei Versuchen mit Aufschütten von Desinfektionsmitteln auf die Oberfläche des Abortgrubeninhaltes ein Hinabdrängen des Desinfektionsmittels durch den in die Tiefe geführten Entnahmeapparat zu verhüten, wurde vor Beschickung der Grube mit dem Desinfektionsmittel ein Schwimmrohr aus Zinkblech auf den Grubeninhalt gesetzt, durch welches sich der Apparat einführen ließ.

Für jeden Versuch erhielten die Gruben eine gleichartige Füllung desselben gut durchmischten Fäkalienmaterials. Nach ihrer Entleerung wurde jedesmal eine gründliche Desinfektion und darauffolgende Ausspritzung mit Wasser vorgenommen.

Die Beimpfung des Grubeninhaltes geschah in der Weise, daß 2 bis 4 Liter einer mit einem frisch gezüchteten Typhusstamme geimpften und 24 Stunden bebrüteten Nährbouillon über die Fäkalien ausgegossen und mit diesen gut durchgemischt wurden. Am folgenden Tage fanden Probeentnahmen in verschiedenen Tiefen statt, um festzustellen, daß der Grubeninhalt gleichmäßig mit Typhus infiziert war. Daraufhin begannen die eigentlichen Versuche, welche mit frisch gebranntem Kalk, Saprol und Chlorkalk angestellt wurden. Die beiden erstgenannten Desinfektionsmittel kamen sowohl mittels bloßen Aufschüttens als auch unter inniger Vermischung mit dem Grubeninhalt, Chlorkalk nur in ersterer Form zur Verwendung.

Die Untersuchung erstreckte sich jedesmal auf Oberfläche, Mitte und Grund der Versuchs- bezw. Kontrollgrube.

Die einzelnen Proben wurden zunächst in Kölbchen mit Nährbouillon verbracht, um durch die so erzielte Verdünnung des in den Fäkalproben enthaltenen Desinfektionsmittels eine weitere Einwirkung desselben während der Untersuchung möglichst zu verhüten. Aus diesen 24 Stunden bebrüteten Bouillonkölbchen wurden nun einige Ösen auf eine Plattenserie, bestehend aus einer Malachitgrün- und zwei Endoplatten, ausgestrichen und die Platten dann in der gewöhnlichen Weise weiter verarbeitet.

Die einzelnen Versuche lasse ich jetzt in der Reihenfolge, wie sie seinerzeit angestellt sind, folgen:

I. Versuch.

Grubeninhalt: 200 Liter flüssige Jauche.

8. 3. 08. Impfung beider Gruben.

9. 3. 08. Entnahme. In beiden Gruben Typhusbazillen +.

Daraufhin wurden 25 kg frisch gelöschten Kalkes in die Versuchsgrube gebracht und durch gutes Vermischen mit dem Inhalt Kalkmilch gebildet. Das Verhältnis von gelöschtem Kalk zum Grubeninhalt betrug also 1 : 8 oder auf Kalkmilch umgerechnet 1 : 1.

Bei der sofortigen ersten Entnahme wurden in der Versuchsgrube noch Typhusbazillen nachgewiesen, nach weiteren 5, 10, 15, 30 Minuten, 1 und 2 Stunden hingegen gelang der Nachweis nicht mehr, wohl aber in der Kontrollgrube.

II. Versuch.

Grubeninhalt: 120 Liter dünnflüssige Jauche.

26. 3. 08. Impfung beider Gruben.

27. 3. 08. Entnahme. In beiden Gruben Ty. +.

Darauf Aufgießen von 120 Liter frisch bereiteter Kalkmilch zur Versuchsgrube (Verhältnis 1 : 1).

Entnahme	Resultat
nach 5 Minuten	Ty. —
„ 10 „	„ —
„ 15 „	„ —
„ 30 „	„ —
„ 1 Stunde	„ —
„ 2 Stunden	„ —

In der Kontrollgrube Ty. +.

III. Versuch.

Grubeninhalt: 250 Liter stark breiiges Material.

6. 4. 08. Impfung beider Gruben.

7. 4. 08. Entnahme. In beiden Gruben Ty. +.

Darauf wurden 125 Liter frisch bereiteter Kalkmilch mit dem Inhalt der Versuchsgrube gut vermischt. (Verhältnis 1 : 2.)

Entnahme	Resultat
nach 5 Minuten	Ty. +
„ 10 „	„ +
„ 15 „	„ +
„ 30 „	„ +
„ 1 Stunde	„ +
„ 2 Stunden	„ —
„ 3 „	„ —

In der Kontrollgrube Ty. +.

IV. Versuch.

Grubeninhalt: 250 Liter dünnes Material.

15. 4. 08. Impfung beider Gruben.

16. 4. 08. Entnahme. In beiden Gruben Ty. +.

Darauf Vermischung mit 62½ Liter Kalkmilch mit dem Inhalt der Versuchsgrube. (Verhältnis 1 : 4.)

Entnahme	Resultat
nach 5 Minuten	Ty. +
„ 10 „	„ —
„ 15 „	„ —
„ 30 „	„ —
„ 1 Stunde	„ —
„ 2 Stunden	„ —
„ 3 „	„ —

In der Kontrollgrube Ty. +.

V. Versuch.

Grubeninhalt: 250 Liter stark breiiges Material.

25. 4. 08. Impfung beider Gruben.

26. 4. 08. Entnahme. In beiden Gruben Ty. +.

Darauf Vermischung von 62½ Litern Kalkmilch mit dem Inhalt der Versuchsgrube. (Verhältnis 1 : 4.)

Entnahme	Resultat	Entnahme	Resultat
nach 5 Minuten . .	Ty. +	nach 4 Stunden . .	Ty. —
„ 10 „ . .	„ +	„ 5 „ . .	„ —
„ 15 „ . .	„ +	„ 6 „ . .	„ —
„ 30 „ . .	„ +	„ 7 „ . .	„ —
„ 1 Stunde . .	„ +	„ 8 „ . .	„ —
„ 2 Stunden . .	„ — Coli +	„ 9 „ . .	„ —
„ 3 „ . .	„ — „ —	„ 10 „ . .	„ —

In der Kontrollgrube Ty. +.

VI. Versuch.

Grubeninhalt: 250 Liter dünnes Material.

10. 5. 08. Impfung beider Gruben.

11. 5. 08. Entnahme. In beiden Gruben Ty. +.

Darauf Vermischung von 31 Litern Kalkmilch mit dem Inhalt der Versuchsgrube. (Verhältnis 1 : 8.)

Entnahme	Resultat	Entnahme	Resultat
nach 5 Minuten . .	Ty. +	nach 2 Stunden . .	Ty. +
„ 10 „ . .	„ +	„ 3 „ . .	„ +
„ 15 „ . .	„ +	„ 4 „ . .	„ +
„ 30 „ . .	„ +	„ 5 „ . .	„ +
„ 1 Stunde . .	„ +	„ 6 „ . .	„ +

In der Kontrollgrube Ty. +.

VII. Versuch.

Grubeninhalt: 250 Liter breiiges Material.

25. 5. 08. Impfung beider Gruben.

26. 5. 08. Entnahme. In beiden Gruben Ty. +.

Darauf Aufgießen von $62\frac{1}{2}$ Litern Kalkmilch auf den Inhalt der Versuchsgrube. (Verhältnis 1 : 4.)

Entnahme	Resultat	Entnahme	Resultat
nach 15 Minuten .	Ty. +	nach 6 Stunden .	Ty. +
„ 30 „ . .	„ +	„ 7 „ . .	„ —
„ 1 Stunde .	„ +	„ 8 „ . .	Oberfläche Ty. +, Mitte Ty. —, Grund Ty. —
„ 2 Stunden .	„ +	„ 9 „ . .	„ „ +, „ „ —, „ „ +
„ 3 „ . .	„ +	„ 10 „ . .	Ty. —
„ 4 „ . .	„ +	„ 11 „ . .	„ —
„ 5 „ . .	„ +	„ 24 „ . .	„ —

In der Kontrollgrube Ty. +.

VIII. Versuch.

Grubeninhalt: 250 Liter stark breiiges Material.

2. 6. 08. Impfung beider Gruben.

3. 6. 08. Entnahme. In beiden Gruben Ty. +.

Aufgießen von $62\frac{1}{2}$ Litern Chlorkalkmilch. (Verhältnis 1 : 4.)

Digitized by Google

Entnahme	Resultat
nach 15 Minuten	Ty. +
„ 30 „	„ +
„ 1 Stunde	„ +
„ 2 bis 24 Stunden . .	„ +

In der Kontrollgrube Ty. +.

IX. Versuch.

Grubeninhalt: 250 Liter dünnflüssiges Material.

11. 6. 08. Impfung beider Gruben.

12. 6. 08. Entnahme. In beiden Gruben Ty. +.

Aufgießen von 2,5 Liter Saprol. (Verhältnis 1 : 100.)

Entnahme	Resultat	Entnahme	Resultat
nach 15 Minuten .	Ty. +	nach 8 Stunden .	Ty. +
„ 30 „ . .	„ +	„ 9 „ . .	„ +
„ 1 Stunde .	„ +	„ 21 „ . .	Oberfläche Ty. —, Mitte Ty. +, Grund Ty. +
„ 2 Stunden .	„ +	„ 22 „ . .	„ „ —, „ „ +, „ „ +
„ 3 „ . .	„ +	„ 23 „ . .	„ „ —, „ „ +, „ „ +
„ 4 „ . .	„ +	„ 24 „ . .	„ „ —, „ „ +, „ „ +
„ 5 „ . .	„ +	„ 48 „ . .	„ „ —, „ „ +, „ „ +
„ 6 „ . .	„ +	„ 72 „ . .	„ „ —, „ „ —, „ „ +
„ 7 „ . .	„ +	„ 96 „ . .	„ „ —, „ „ —, „ „ —

In der Kontrollgrube Ty. +.

X. Versuch.

Grubeninhalt: 280 Liter dickbreiiges Material (alte Fäkalien von schwärzlichem Aussehen).

16. 7. 08. Impfung beider Gruben.

17. 7. 08. Entnahme. In beiden Gruben Ty. +.

Aufgießen von 2,8 Liter Saprol und Durchrühren. (Verhältnis 1 : 100.)

Entnahme	Resultat	Entnahme	Resultat
nach 5 Minuten .	Ty. +	nach 8 Stunden .	Ty. +
„ 10 „ . .	„ +	„ 9 „ . .	„ +
„ 15 „ . .	„ +	„ 23 „ . .	Oberfläche Ty. —, Mitte Ty. +, Grund Ty. —
„ 30 „ . .	„ +	„ 24 „ . .	„ „ +, „ „ +, „ „ +
„ 1 Stunde . .	„ +	„ 28 „ . .	„ „ —, „ „ +, „ „ +
„ 2 Stunden .	„ +	„ 31 „ . .	„ „ —, „ „ —, „ „ —
„ 3 „ . .	„ +	„ 132 „ . .	„ „ —, „ „ +, „ „ —
„ 4 „ . .	„ +	„ 312 „ . .	„ „ —, „ „ —, „ „ —
„ 5 „ . .	„ +	(13½ Tag)	
„ 6 „ . .	„ +	am 28. 8. . . .	Ty. —
„ 7 „ . .	„ +	„ 12. 9. . . .	„ —

Anschließend an diesen Versuch wurde geprüft, in welchem Zeitraum spontanes Absterben der Typhusbazillen in der Kontrollgrube erfolgte. Diese war, wie erwähnt,

am 16. 7. gleichzeitig mit der Versuchsgrube beimpft. Die Untersuchungen ergaben folgendes Resultat.

30. 7. 08	Ty.	+	
15. 8. 08	„	—	
22. 8. 08	„	—	
26. 8. 08	„	+	Oberfläche
28. 8. 08	„	+	„
12. 9. 08	„	—	

Da Mitte September 1908 die Untersuchungen wegen Verlegung der Anstalt abgebrochen werden mußten, konnte der Versuchsplan nicht vollständig durchgeführt werden. Es war noch geplant, weitere Versuche mit Kalkmilch vorzunehmen, namentlich auch Kalk zu prüfen, der nach dem Brennen längere Zeit trocken oder feucht gelagert hatte. Ferner war beabsichtigt, noch eine Reihe von Versuchen mit Chlorkalkmilch auszuführen. Auch bezüglich des spontanen Absterbens der Typhusbazillen sollten noch mehrere Versuche mit längerer Beobachtungsdauer und unter Benutzung von Fäkalien verschiedener Konsistenz sowie verschiedenen Alters angestellt werden.

Immerhin lassen die Ergebnisse der vorliegenden Versuche doch schon einige Schlüsse zu.

Was zunächst die Kalkmilch betrifft, so hat sie sich als ein durchaus brauchbares, dem Saprol und Chlorkalk überlegenes Desinfektionsmittel erwiesen.

Wie zu erwarten war, ist der Grad der Wirksamkeit derselben abhängig von der Konsistenz der Fäkalien. Festeres Material wird nicht so schnell von dem Desinfektionsmittel durchdrungen, wie dünnflüssiges, und daher auch die Abtötung der Typhusbazillen in jenem nicht so rasch bewirkt wie in diesem.

Innige Vermengung der Kalkmilch mit den Fäkalien hat eine ungleich schnellere Wirkung zur Folge als bloßes Aufgießen.

Bei gutem Vermischen durch Umrühren genügt es, den vierten Teil des Grubeninhaltes an Kalkmilch zuzusetzen. In flüssiger Jauche sind dann Typhusbazillen nach 10 Minuten, in stark breiigem Material nach 2 Stunden (Coli nach 3 Stunden) abgetötet. Hiermit kann man sich in der Praxis begnügen. Der achte Teil Kalkmilch reicht wohl schon nicht mehr aus. Bei bloßem Ausgießen genügt auch der vierte Teil Kalkmilch, welcher eine vollkommene Desinfektion erst nach 10 Stunden bewirkt (Versuch VII), nicht mehr, man wird eine verhältnismäßig größere Menge zusetzen müssen, wenn diese Methode nicht zu umgehen ist. Vermutlich wird $^1/_3$ Kalkmilch ausreichen.

In dünnflüssiger Jauche empfiehlt es sich, an Stelle der Kalkmilch gelöschten Kalk zuzusetzen, so daß erst in der Grube die Kalkmilch gebildet wird. Diese Methode erwies sich als äußerst wirksam bei Zusatz einer Kalkmenge, die einem Mischungsverhältnis von 1 Teil Kalkmilch zu 1 Teil Grubeninhalt entsprach. Wahrscheinlich wird man indessen des gelöschten Kalkes in einem geringeren Verhältnis bedürfen, um noch ausreichende Wirkung zu erzielen. Diese Grenze wurde nicht festgestellt.

Chlorkalkmilch hat in dem angestellten Versuch (VIII) im Verhältnis von 1 : 4 Teilen Grubeninhalt den Anforderungen nicht entsprochen; nach 24 Stunden war weder Typhus noch Coli abgetötet. Beim Zusatz des Mittels trat unter Aufbrausen

Digitized by Google

starke Schaumbildung auf, welche wohl auf rapides Entweichen des Chlors zurückzuführen ist. Es scheint, daß der Grubeninhalt zu stark sauer war, so daß die Chlorentwicklung zu rasch vor sich ging. Um sich vor solchen Zwischenfällen zu schützen, müßte man eventuell der Jauche Soda oder Ätzkalk zusetzen, um den Säuregrad abzuschwächen.

Die Versuche mit Saprol an gefüllten Gruben sind wenig ermutigend. Im Verhältnis von 1 : 100 zugesetzt, hatte es bei dünnflüssigem Material nach 3 Tagen, bei stark breiigem selbst nach $5^1/_2$ Tagen noch nicht alle Typhusbazillen im Grubeninhalt abgetötet.

Inniges Vermischen durch Umrühren vermochte die Wirksamkeit des Mittels nicht zu erhöhen.

Es scheint, daß große, zumal konsistentere Fäkalmassen von dem dickflüssigen öligen Mittel zu langsam durchdrungen werden. Besser mag das Resultat sein, wenn Saprol auf Wasser schwimmend in leere Abortgruben gefüllt wird, um jeden einzelnen hineingelangenden Stuhlgang zu desinfizieren.

Schwer ins Gewicht fallen auch die im Vergleich zu Kalkmilch hohen Kosten, welche die Desinfektion einer Grube mit Saprol verursacht. Einen Kubikmeter Fäkalien zu desinfizieren, würde mit $^1/_{100}$ Menge Saprol 7,00 M., mit $^1/_3$ Kalkmilch 1,50 M. kosten. Da aber 1 % Saprol nicht einmal ausreicht, so würde der Preisunterschied noch größer werden. Typhusbazillen und Colibakterien wiesen in ihrer Widerstandsfähigkeit gegen die verschiedenen Desinfektionsmittel keine großen Unterschiede auf. Im allgemeinen fand gleichzeitiges Absterben statt.

Bezüglich des spontanen Absterbens von Typhusbazillen liegt nur eine Beobachtung vor. Es handelte sich um alte, schwärzlich aussehende Fäkalien, welche wie in den anderen Versuchen mit Typhusbazillen beimpft waren. Der letzte positive Befund wurde am 43. Tage nach der Einsaat erhoben. Nach Verlauf von ca. 8 Wochen waren die Typhusbazillen dann nicht mehr nachzuweisen. Ganz einwandsfrei ist dieser Versuch insofern nicht, als die endgültige Abwesenheit von Typhusbazillen nur durch je eine Entnahme von Oberfläche, Mitte und Grund erwiesen wurde, und zuvor nach zwei ebenfalls negativen Untersuchungen am 15. und 22. 8. doch wieder positive Befunde am 26. und 28. 8. an der Oberfläche erfolgt waren. Häufigere Untersuchungen waren nicht mehr möglich, da die Grube des Umzuges wegen desinfiziert und entleert werden mußte. Indessen dürfte für das vollkommene Abgestorbensein der Typhusbazillen bei der letzten Entnahme der Umstand sprechen, daß es sich bei den beiden, dem letzten negativen Resultat vorausgegangenen positiven Ergebnissen nur um spärliche Befunde an der Oberfläche gehandelt hatte.

Zusammenfassung.

Kalkmilch aus frisch gebranntem Kalk hergestellt, ist im Vergleich zu Chlorkalkmilch und Saprol das beste und billigste Desinfektionsmittel für gefüllte Abortgruben. Der vierte Teil des Grubeninhaltes an Kalkmilch reicht bei gutem Verrühren auch in dickbreiigen Fäkalien aus, um Typhus- und Colibakterien nach zwei bezw. drei Stunden abzutöten.

Bei bloßem Aufgießen ist mindestens eine Konzentration von 1 : 3 anzuwenden.

Beiträge zur Frage der Schnelldiagnose der Tuberkelbazillen nebst Untersuchungen über säurefeste Stäbchen im Wasser.

Von

Dr. K. Schern und Dr. H. Dold,

wissenschaftlichen Hilfsarbeitern im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Es ist von der größten praktischen Bedeutung, daß die Frage, ob in einem Untersuchungsmaterial Tuberkelbazillen vorhanden sind oder nicht, möglichst rasch entschieden wird, und zwar nicht bloß für den Kliniker, der sein therapeutisches Handeln vielfach von dem Fehlen oder Vorhandensein von Tuberkelbazillen im Untersuchungsmaterial (Urin, Sputum, Exsudat, Abszeßeiter usw.) abhängig machen muß, sondern besonders auch für den Hygieniker, der sich über die Beschaffenheit, die Gefährlichkeit oder Ungefährlichkeit von Nahrungsmitteln (Milch, Butter usw.) zu äußern hat.

Der bloß mikroskopische und färberische Nachweis von säurefesten Bazillen genügt in praxi zur Diagnose Tuberkelbazillen nur bei dem Untersuchungsmaterial, bei welchem erfahrungsgemäß apathogene säurefeste Stäbchen nicht vorkommen (Sputum, Exsudat, verkäste Drüsen usw.). In allen anderen Fällen, d. h. wenn der mikroskopische Nachweis von säurefesten Stäbchen überhaupt nicht gelingt, oder wenn mit dem Vorkommen von apathogenen Säurefesten zu rechnen ist, muß der Tierversuch herangezogen werden. Dieser nimmt gewöhnlich 4—6, im günstigsten Fall 3—4 Wochen in Anspruch.

Es wurden deswegen schon von verschiedenen Seiten Versuche gemacht, eine Methode zu finden, welche eine Abkürzung des Tierversuches und damit eine raschere Stellung der Diagnose ermöglichen sollte. Einer Anregung von L. Rabinowitsch folgend suchte Salus (1) den Tierversuch dadurch abzukürzen, daß er das Untersuchungsmaterial statt am Bauch subkutan in die rechte Inguinalgegend, also in die unmittelbare Gegend der Kniefaltendrüsen injizierte. Auf diese Weise soll es in den meisten Fällen nach 3—4 Wochen zu einer merklichen Vergrößerung der Inguinaldrüsen kommen und die Bazillen sollen in Ausstrichen und Schnitten der exstirpierten Drüsen nachweisbar sein. Gegen diese Methode muß eingewendet werden, daß die Schwellung der Kniefaltendrüsen nach 3—4 Wochen oft noch recht unbedeutend ist und daß Drüsenschwellungen auch unter anderen Verhältnissen vorkommen,

Digitized by Google

also nicht absolut charakteristisch für eine Tuberkuloseinfektion sind; auch ist der Nachweis der Tuberkelbazillen in den exstirpierten Drüsen meist recht schwer.

Ausgehend von den Arbeiten von Orth (2) und Wyssokowitsch (3), denen es gelegentlich ihrer Versuche über die experimentelle Endokarditis gelang, nach Erzeugung einer „inneren Krankheitsursache“ (Verletzung der Herzklappen, Quetschung einer Niere) durch intravenöse Injektion von Bakterien (äußere Krankheitsursache) eine in dem lädierten Organ lokalisierte Krankheit hervorzurufen, schlug Bloch (4) vor, nach der Injektion des Untersuchungsmaterials in die Inguinalgegend (äußere Krankheitsursache) die Inguinaldrüse zu quetschen und so eine innere Krankheitsursache zu schaffen. Auf diese Weise sollen nach Bloch in den positiven Fällen die Inguinaldrüsen nach 9—11 Tagen zu Tumoren von Haselnußgröße anschwellen und es sollen in Ausstrichen und Schnitten der exstirpierten Lymphknoten die Tuberkelbazillen meist leicht und in reichlicher Zahl nachweisbar sein.

In einer späteren Mitteilung konnte Bloch nicht umhin, über einige Mißerfolge bei seiner Methode zu berichten. Ein reichlich Kokken und Stäbchen enthaltendes Untersuchungsmaterial kann, wie Bloch angibt, zu Abszessen führen, welche die Erzielung eines eindeutigen Resultates illusorisch machen können. Auch Davidsohn (5) berichtete über einen Mißerfolg, den er bei Verfolgung der Blochschen Methode zu verzeichnen hatte. Das Urinsediment eines Patienten war nach der Blochschen Methode einem Meerschweinchen injiziert worden; es stellte sich Drüsenschwellung ein und in den Drüsen konnten säurefeste Bazillen gefunden werden. Es wurde daraufhin die Diagnose Nierentuberkulose gestellt. Bei der später vorgenommenen Sektion fand sich weder in den Nieren noch in den ableitenden Harnwegen eine Spur von Tuberkulose.

Die erste eingehendere Nachuntersuchung der Blochschen Methode lieferten Joannovics und Kapsammer (6). Sie stellten sich eine Stammemulsion von Tuberkelbazillen her, bei welcher ein Bazillus auf sechs Gesichtsfelder kam, und dann sechs weitere Verdünnungen mit je 1 Bazillus auf 12, 24, 48, 96, 192 und 384 Gesichtsfelder. Von der Stammemulsion und den sechs Verdünnungen injizierten sie je 0,5 ccm subkutan am Oberschenkel. Nach 10 Tagen wurden die Inguinaldrüsen exstirpiert und histologisch untersucht. Bei genauer Prüfung der Schnitte konnte man selbst nach Injektion der schwächsten Verdünnungen der Stammemulsion kleinste Herde epitheloider Zellen, die zentral gelegene spärliche Bazillen enthielten, in den exstirpierten Drüsen nachweisen.

Die Autoren kommen deshalb zu dem Schlusse, daß die Blochsche Methode uns in den Stand setze, schon innerhalb von 14 Tagen in zweifelhaften Fällen von Tuberkulose die sichere Entscheidung durch den Tierversuch treffen zu können.

Dieterlen (7) fand bei seinen Nachprüfungen, daß die einige Tage nach der subkutanen Injektion von Tuberkulose-verdächtigem Material auftretende Schwellung der gequetschten Drüsen für Tuberkulose nicht spezifisch ist. Lassen sich in den exstirpierten Drüsen nach Ziehl färbbare Bakterien nachweisen, so wachse damit die Wahrscheinlichkeit, daß das verdächtige Material Tuberkelbazillen enthalte. Mit Sicherheit könne die Diagnose Tuberkulose erst dann gestellt werden, wenn die Erkrankung der Drüsen auf die inneren Organe fortgeschritten sei. Es werde also

auch in Zukunft einer Zeit von ca. 6 Wochen bedürfen, um im Meerschweinchenversuch die einwandsfreie Diagnose auf Tuberkulose stellen zu können.

Fligg (8) hält auf Grund seiner Versuche, die 10—14 Tage nach der Injektion von Tuberkelbazillen-haltigem Material auftretende Schwellung für charakteristisch für Tuberkulose. Es trete zwar auch auf Injektion von andern säurefesten Stäbchen eine Schwellung der Drüsen ein, doch gehe diese nach 10—14 Tagen wieder zurück. Die Zahl der in den gequetschten Drüsen nachweisbaren Bazillen war um so kleiner, je weniger Tuberkelbazillen im Ausgangsmaterial waren.

Dold (9) betont, wie Dieterlen, die Nicht-spezifität der nach der Quetschung der Inguinaldrüsen auftretenden Schwellung. Sie stellt zunächst einfach eine Folge der Quetschung, eine Reaktion auf das Trauma dar und geht, wenn nichts injiziert worden ist, in der Regel bald wieder zurück, kann aber auch längere Zeit fortbestehen. Eine beträchtliche Schwellung der gequetschten Drüsen kann auch nach Injektion anderer Bakterien als Tuberkelbazillen eintreten, doch ist die nach Verimpfung von Tuberkelbazillen-haltigem Material auftretende Schwellung durchschnittlich eine stärkere als bei andersartigem Material. Die Hauptsache bleibt die sorgfältige Untersuchung der exstirpierten Drüsen. Die Bazillen ließen sich nach Verimpfung von starken Verdünnungen von Reinkulturen von Tuberkelbazillen 9—12 Tage nachher in den exstirpierten Drüsen meist ohne Schwierigkeit nachweisen, aber doch nicht mit der wünschenswerten Regelmäßigkeit. Dold schlägt vor, das fragliche Material beiderseits nach Quetschung der Inguinaldrüsen zu injizieren. Nach 10 Tagen können die Drüsen auf der einen Seite entfernt und untersucht werden. So kann es im Falle des Vorhandenseins von zahlreichen säurefesten Stäbchen in dieser Drüse unter Umständen möglich sein, die Diagnose schon nach 10 Tagen zu stellen, ohne daß man den weiteren Verlauf der Infektion stört. Fällt die Untersuchung nach 10 Tagen negativ aus, so kann man nach 14 Tagen oder 3 Wochen die Drüsen der anderen Seite untersuchen und braucht nicht zu befürchten, damit die Infektion kupiert zu haben, da im positiven Falle die Tuberkelbazillen schon weiter als bis zu den regionären Drüsen vorgedrungen sind.

Lewitzky (10) konnte sich auf Grund seiner Versuche, die mit Sputummaterial ausgeführt wurden, nicht davon überzeugen, daß das Verfahren nach Bloch zur Beschleunigung der Tuberkulosediagnose sichere Ergebnisse liefere. Beim Arbeiten mit einem durch pyogene Bakterien verunreinigten Material, wie es Sputum ist, verursache das Blochsche Verfahren infolge der Herabsetzung der Widerstandsfähigkeit der Lymphdrüsen und der hierdurch in der Leistengegend sich entwickelnden Phlegmonen einen bedeutenden Verlust an Tieren.

Aus den bisherigen Nachuntersuchungen der Blochschen Methode scheint jedenfalls hervorzugehen, daß die 10 Tage nach der Injektion des fraglichen Materials auftretende Schwellung der Kniefaltendrüsen nicht absolut charakteristisch für eine Tuberkelbazilleninfektion ist, und daß der Nachweis der Bazillen in Ausstrichen und Schnitten der exstirpierten Drüsen nicht immer leicht und regelmäßig gelingt.

Wenn wir trotzdem — einer Anregung von Herrn Geheimrat Uhlenhuth folgend — das Blochsche Verfahren einer neuen Nachprüfung unterzogen, so geschah

es hauptsächlich deswegen, weil wir inzwischen in dem Uhlenhuthschen Antiforminverfahren eine um vieles feinere Methode zum Nachweis von Tuberkelbazillen kennen gelernt haben, als sie den früheren Nachuntersuchern zur Verfügung stand. Man konnte hoffen, daß durch eine Kombination des Blochschen Verfahrens mit der Uhlenhuthschen Antiforminmethode der Nachweis der Tuberkelbazillen in den Lymphknoten regelmäßiger gelingt, und vor allem, daß durch die Antiforminmethode die Frage, ob es innerhalb von 10 Tagen nach der Injektion des fraglichen Materials zu einer Anreicherung etwa vorhandener Tuberkelbazillen in den gequetschten Lymphknoten kommt, entschieden werden könne. Denn mit dem sicheren Nachweis, daß die injizierten Bazillen nicht bloß in die Lymphknoten transportiert worden sind, sondern sich dort auch vermehrt haben, scheint uns der Beweis der Pathogenität der Bazillen erbracht.

Wir suchten ferner bei dieser Gelegenheit eine Mitteilung Hoffmanns (11) nachzuprüfen, wonach Tuberkelbazillen in Ausstrichpräparaten viel leichter und in größerer Zahl nachzuweisen sind, wenn man den Ausstrich nach der Fixierung mit Antiformin übergießt und dieses 24 Stunden lang im Brutschrank einwirken läßt. Dadurch werden die Zellen aufgelöst und in dem gewaschenen und getrockneten Präparat lassen sich Tuberkelbazillen mit Leichtigkeit und in auffallend größerer Anzahl als in gewöhnlichen Kontroll-Ausstrichpräparaten finden.

Endlich nahmen wir auch die Gelegenheit wahr, eine neue, kürzlich von Loeffler (12) angegebene Modifikation der Uhlenhuthschen Antiforminmethode nachzuprüfen, welche eine Kombination des Uhlenhuthschen Verfahrens mit dem von Lange und Nitsche (13) angegebenen und praktisch verwerteten Prinzip des Ausschleuderns von Tuberkelbazillen aus einer Flüssigkeit mit Hilfe der Adhäsion darstellt.

Die Methode, welche für Sputumuntersuchung angegeben worden ist, ist kurz wie folgt:

Eine abgemessene Menge Sputum (5—20 ccm) wird mit der gleichen Menge 50 %igen Antiformins versetzt und über der Flamme aufgekocht. Die Lösung erfolgt sofort unter Schäumen und leichter Bräunung der Flüssigkeit. Zu 10 ccm der Lösung werden 1,5 ccm einer Mischung von 10 Volumteilen Chloroform und 90 Volumteilen Alkohol zugesetzt. Nach tüchtigem Durchschütteln wird die Flüssigkeit in Zentrifugenröhrchen gebracht und 15 Minuten lang zentrifugiert. Es hat sich dann eine Scheibe des auszentrifugierten Materials in der Spitze des Zentrifugenröhrchens gebildet, oberhalb des die Spitze ausfüllenden Chloroforms. Die Flüssigkeit wird abgegossen, die Scheibe in toto herausgenommen und auf einen Objektträger gebracht. Nach Absaugen des ihr noch anhaftenden Flüssigkeitsrestes mit Filtrierpapier wird die Scheibe unter Zusatz eines Tropfens Hühnereiweiß, dem zur Konservierung 0,55 % Karbol zugesetzt wird, mit einem zweiten Objektträger fein ausgestrichen. Darauf läßt man die Schicht lufttrocken werden und fixiert in der Flamme. Nun erfolgt Färbung mit Karbolfuchsin unter Erhitzung auf dem Objektträger, Nachbehandeln mit 3 %igem Salzsäurealkohol, Abspülen mit Wasser, Übergießen mit einer 0,1 %igen wässerigen Lösung von Malachitgrün (Höchst) und Abspülen mit Wasser, Trocknen usw.

Wir sind bei der Auflösung der Drüsen, soweit wir uns dieser Loefflerschen Modifikation bedient haben, so verfahren, daß wir die zerschnittenen und zerquetschten Drüsen mit 5—20 ccm 50 %igen Antiformins kalt auflösten und dann nach Zusatz der vorgeschriebenen Chloroformalkoholmenge zentrifugierten. Die ausgeschleuderte Scheibe wurde ausgestrichen, mit Karbolfuchsin gefärbt und mit Methylenblau nachgefärbt.

Im übrigen geht das Verfahren, das wir bei den nachfolgend mitgeteilten Versuchen angewendet haben, aus den Protokollen hervor. Wir haben das Untersuchungs-

material immer erst nach der Quetschung der Drüsen injiziert, weil die Drüsen vor der Injektion leichter zu fühlen und zu fassen sind und man andernfalls auch Gefahr läuft, einen Teil des injizierten Materials wieder herauszupressen. Die Art, wie die Drüsen gequetscht werden, ist von Bloch u. a. schon mehrfach beschrieben worden, so daß wir auf eine Beschreibung hier verzichten können. Bei der Exstirpation der Drüsen haben wir streng darauf geachtet, daß die Drüsen von ihrem umhüllenden Fettgewebe sauber befreit wurden, damit nur die Drüsen und nicht das umgebende Gewebe, in das das Material injiziert worden war, zur Untersuchung kamen. Es ist wohl kaum nötig, darauf hinzuweisen, daß bei allen Versuchen, wo man auf den färberischen Nachweis von säurefesten Stäbchen allein die Diagnose gründet, die Instrumente (Messer, Scheren, Pinzetten, Reibeschalen) nicht bloß steril, also frei von lebenden Bakterien, sondern auch frei von färbbaren toten Bakterien sein müssen (in unserem Fall speziell von säurefesten Bazillen). Man vergißt zu leicht, daß an sterilisierten Instrumenten sehr wohl noch färbbare Bakterien haften und so zu Irrtümern verleiten können.

Wir haben darum bei unseren Versuchen die nach den üblichen Verfahren gereinigten und sterilisierten Instrumente immer noch der Vorsicht halber kräftig ausgeglüht oder durch konzentrierte Schwefelsäure alle etwa noch anhaftenden färbbaren Keime beseitigt.

Was die Auflösung der exstirpierten Lymphdrüsen anlangt, so gingen wir dabei in der Weise vor, daß wir die von ihrem Fettgewebe befreiten Drüsen zunächst mit der Schere fein zerschnitten und dann unter langsamen Zufügen von 50 %igem Antiformin in einer Reibeschale zerquetschten und auflösten. Zur Auflösung wurden je nach der Größe der Drüsen 2—30 ccm 50 %iges Antiformin benötigt; die Auflösung dauerte von ein paar Minuten bis zu $^1/_2$ Stunde. Die die aufgelösten Drüsen enthaltende Flüssigkeit mußte meist mit physiologischer Kochsalzlösung oder Alkohol um das Doppelte bis Dreifache verdünnt werden, damit eine zentrifugierbare Flüssigkeit resultierte. Bei Anwendung des oben erwähnten Loefflerschen Chloroformverfahrens ist eine derartige starke Verdünnung der die aufgelösten Drüsen enthaltenden Flüssigkeit nicht nötig.

Versuche mit Reinkulturen von Tuberkelbazillen[1]).

3. 8. 10. Meerschweinchen 388, 389, 390, 391, 392 erhalten nach vorausgegangener Quetschung der beiderseitigen Inguinaldrüsen beiderseits je $^1/_{10}$ mg humane Tuberkelbazillen (Stamm Sputum 6a) injiziert.

Meerschweinchen 393, 394, 395, 396, 397 erhalten nach vorausgegangener Quetschung der beiderseitigen Inguinaldrüsen beiderseits je $^1/_{100}$ mg humane Tuberkelbazillen (Stamm Sputum 6a) injiziert.

Am 4. 8. 10 ist bereits bei allen Tieren eine beginnende Schwellung der Inguinaldrüsen festzustellen.

Nach 10 Tagen, am 13. 8., werden allen 10 Meerschweinchen die beiderseitigen Inguinaldrüsen exstirpiert. Der Befund bei den einzelnen Tieren war wie folgt:

Meerschweinchen 388 zeigt beiderseits eine über erbsengroße Schwellung in der Inguinalgegend.

[1]) Die Bazillen wurden immer in 0,5 ccm steriler physiologischer Kochsalzlösung injiziert.

Die beiderseitigen Inguinaldrüsen werden unter aseptischen Kautelen exstirpiert. Die Drüsen werden von ihrem umhüllenden Fettgewebe befreit, und je in zwei gleiche Hälften zerschnitten.

Die eine Hälfte wird zu Ausstrichen benützt und zwar werden vier gleichmäßige Ausstriche hergestellt, von denen zwei in der gewöhnlichen Weise fixiert und gefärbt wurden, während die anderen zwei Ausstriche erst nach Hoffmann mit Antiformin behandelt und dann gefärbt wurden.

Die anderen Hälften der Inguinaldrüsen wurden mit Antiformin aufgelöst; das 2—3 mal gewaschene Zentrifugat wurde nach Ziehl gefärbt.

Das Ergebnis war wie folgt:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Sehr spärliche Tuberkelbazillen.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Spärliche Tuberkelbazillen.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Reichliche Tuberkelbazillen.

Meerschweinchen 391 zeigt beiderseits ein etwa pflaumensteingroßes längliches Infiltrat in der Inguinalgegend. Die Inguinaldrüsen werden in diesen und den folgenden Fällen wie oben behandelt.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Keine Tuberkelbazillen.
1. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Keine Tuberkelbazillen.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Reichliche Tuberkelbazillen.

Meerschweinchen 392 zeigt beiderseits ein längliches, etwa pflaumensteingroßes Infiltrat.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Keine Tuberkelbazillen.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Ziemlich zahlreiche Tuberkelbazillen.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Reichliche Tuberkelbazillen.

Meerschweinchen 393 zeigt beiderseits ein über kirschkerngroßes Infiltrat, die Drüsen sind zum Teil verkäst.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Sehr spärliche Tuberkelbazillen.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Keine Tuberkelbazillen.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Reichliche Tuberkelbazillen.

Meerschweinchen 389 zeigt beiderseits eine kirschkerngroße Schwellung in der Inguinalgegend.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Sehr spärliche Tuberkelbazillen.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Spärliche Tuberkelbazillen.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Reichliche Tuberkelbazillen.

Meerschweinchen 390 zeigt rechts eine kirschkerngroße Lymphdrüsenschwellung; links ein etwa pflaumensteingroßes Infiltrat.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Keine Tuberkelbazillen.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Tuberkelbazillen vorhanden.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Reichliche Tuberkelbazillen.

Meerschweinchen 394 zeigt links ein kirschkerngroßes, rechts ein etwas kleineres Infiltrat.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Tuberkelbazillen vorhanden.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Tuberkelbazillen vorhanden.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Reichliche Tuberkelbazillen.

Meerschweinchen 395 zeigt rechts eine länglich wurstförmige, links eine platte Infiltration.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Tuberkelbazillen vorhanden.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Tuberkelbazillen vorhanden.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Reichliche Tuberkelbazillen.

Meerschweinchen 396 zeigt rechts und links eine kirschkerngroße Drüsenschwellung. Die linke Drüse ist zum Teil verkäst.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Keine Tuberkelbazillen nachweisbar.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Tuberkelbazillen nachweisbar.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Tuberkelbazillen ziemlich zahlreich.

Meerschweinchen 397 zeigt rechts eine fast kirschgroße Infiltration mit z. T. verkästen Drüsen; links eine etwas kleinere Infiltration.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche AusstrichPräparate: Sehr spärliche Tuberkelbazillen.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Tuberkelbazillen leicht nachweisbar.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Reichlich Tuberkelbazillen.

20. 8. 10. Meerschweinchen 131 und 132 erhalten beiderseits je $^{1}/_{1000}$ mg humane Tuberkelbazillen subkutan in die Inguinalgegend injiziert.

Meerschweinchen 133 und 134 erhalten beiderseits je $^{1}/_{10000}$ mg humane Tuberkelbazillen subkutan in die Inguinalgegend injiziert.

Meerschweinchen 330 und 331 erhalten beiderseits je $^{1}/_{100000}$ mg humane Tuberkelbazillen subkutan in die Inguinalgegend injiziert.

Meerschweinchen 447 und 448 erhalten beiderseits je $^{1}/_{1000000}$ mg humane Tuberkelbazillen subkutan in die Inguinalgegend injiziert.

Nach 10 Tagen, also am 30. 8. 10 werden allen 8 Meerschweinchen die beiderseitigen Inguinaldrüsen exstirpiert. Die Drüsen wurden in derselben Weise wie bisher untersucht. Der Befund bei den einzelnen Tieren war wie folgt:

Meerschweinchen 131. Beiderseits eine linsengroße Drüsenschwellung.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Sehr spärliche Tuberkelbazillen.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Sehr spärliche Tuberkelbazillen.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Reichliche Tuberkelbazillen.

Meerschweinchen 132. Rechts eine haselnußgroße Schwellung, links eine kirschkerngroße Schwellung der Inguinaldrüsen.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Vereinzelt Tuberkelbazillen.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Vereinzelt Tuberkelbazillen.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Tuberkelbazillen ziemlich zahlreich.

Meerschweinchen 133. Beiderseits mehrere linsengroße Lymphdrüsen.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Vereinzelt Tuberkelbazillen.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Vereinzelt Tuberkelbazillen.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Reichlich Tuberkelbazillen.

Meerschweinchen 134. Beiderseits mehrere linsengroße Lymphdrüsen zu fühlen.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Keine Tuberkelbazillen nachweisbar.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Vereinzelt Tuberkelbazillen.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Tuberkelbazillen ziemlich zahlreich.

Meerschweinchen 330. Rechts eine längliche, wurstförmige; links eine kirschkerngroße Infiltration.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Vereinzelte Tuberkelbazillen.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Vereinzelte Tuberkelbazillen.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Reichlich Tuberkelbazillen.

Meerschweinchen 331. Beiderseits etwa erbsengroße Drüsenschwellung.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Keine Tuberkelbazillen.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Vereinzelte Tuberkelbazillen.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Tuberkelbazillen ziemlich zahlreich.

Meerschweinchen 447. Beiderseits etwa linsengroße Drüsenschwellung.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Vereinzelt Tuberkelbazillen.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Vereinzelt Tuberkelbazillen.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Zahlreiche Tuberkelbazillen.

Meerschweinchen 448. Beiderseits etwa linsengroße Drüsenschwellung.

Ergebnis der Untersuchung:

1. Gewöhnliche Ausstrichpräparate: Vereinzelt Tuberkelbazillen.
2. Mit Antiformin aufgelöste Ausstrichpräparate: Vereinzelt Tuberkelbazillen.
3. Sediment der mit Antiformin aufgelösten Drüsen: Zahlreiche Tuberkelbazillen.

10. 9. 10. Meerschweinchen Nr. 165 werden die beiden Kniefaltenlymphdrüsen gequetscht. Hiernach werden beiderseits in die Gegend der Kniefalten je $^1/_{10}$ Millionstel mg Reinkultur von Tuberkelbazillen subkutan injiziert.

16. 9. 10. Beide Kniefaltenlymphknoten sind als ungefähr erbsengroße Gebilde fühlbar.

19. 9. 10. Der linke Kniefaltenlymphknoten ist umfangreicher als der rechte und wird exstirpiert.

Im gewöhnlichen Ausstrichpräparat gelingt der Nachweis der Tuberkelbazillen. Allerdings finden sich nur vereinzelt Tuberkelbazillen.

Im Sedimentausstrich des in Antiformin aufgelösten Lymphknoten lassen sich Tuberkel bazillen mit Leichtigkeit nachweisen.

10. 9. 10. Meerschweinchen Nr. 325 werden nach vorhergehender Quetschung beider Kniefaltenlymphknoten beiderseits je $^1/_{10}$ Millionstel mg Reinkultur Tuberkelbazillen subkutan injiziert.

16. 9. 10. Die beiden Kniefaltenlymphknoten fühlen sich etwa linsengroß an.

19. 9. 10. Der linke Kniefaltenlymphknoten wird exstirpiert.

Im gewöhnlichen Ausstrichpräparat gelingt der Nachweis der Tuberkelbazillen nicht.

Im Sedimentausstrich des in Antiformin aufgelösten Lymphknotens lassen sich Tuberkelbazillen nachweisen.

10. 9. 10. Meerschweinchen Nr. 166 werden nach vorhergehender Quetschung beider Kniefaltenlymphknoten beiderseits je $^1/_{100}$ Millionstel mg Reinkultur Tuberkelbazillen subkutan injiziert.

16. 9. 10. Die beiden Kniefaltenlymphknoten sind nicht vergrößert.

19. 9. 10. Die beiden Kniefaltenlymphknoten fühlen sich etwas geschwollen an und zwar ist der rechte Lymphknoten deutlicher zu fühlen als der linke. Deshalb wird der rechte Lymphknoten exstirpiert.

Im gewöhnlichen Ausstrichpräparat sind Tuberkelbazillen nicht nachweisbar.

Im Sedimentausstrich des in Antiformin aufgelösten Lymphknotens sind Tuberkelbazillen nachweisbar[1].

Aus den oben mitgeteilten Versuchen geht hervor, daß es uns in allen Fällen gelang, durch Auflösung der geschwollenen Inguinaldrüsen mittels Antiformin 10 Tage nach der subkutanen bezw. intramuskulären Verimpfung von Reinkulturen von Tuberkelbazillen bis herunter zu der minimalen Quantität von $^1/_{100}$ Millionstel mg die Bazillen in dem ausgeschleuderten Sedimente nachzuweisen und zwar waren sie meist in beträchtlicher Anzahl vorhanden. In den gewöhnlichen Ausstrichpräparaten gelang der Nachweis von Bazillen keineswegs regelmäßig, obwohl in jedem Falle 3 bis 4 Präparate angefertigt und mit größter Sorgfalt durchgemustert wurden. Wo Bazillen gefunden wurden, waren sie stets sehr spärlich.

Die von Hoffmann angegebene Methode der Auflösung der Ausstriche mit Antiformin hat sich uns insofern bewährt, als es uns auf diese Weise meist, wenn auch nicht regelmäßig, leichter gelang, Bazillen nachzuweisen. Die Schwierigkeit, auf

---

[1]) Es ist bemerkenswert, daß bei Verimpfung einer so geringen Quantität von Tuberkelbazillen diese nach 9 Tagen in den Lymphknoten nachweisbar waren.

die auch Hoffmann hinweist, daß nach Auflösung des Ausstriches durch Antiformin bei dem nachfolgenden Waschen des Präparates Teile des ungelösten Rückstandes abgeschwemmt werden, läßt sich einmal durch gutes Fixieren und dann durch vorsichtiges Waschen umgehen. Am besten ist es wohl, den Ausstrich mit etwas Eiweißglyzerin auf gerauhtem, absolut fettfreiem Objektträger herzustellen, dann kurz in der Flamme und schließlich in absolutem Alkohol zu fixieren. Wir haben es auch nicht notwendig gefunden, das Antiformin 24 Stunden lang im Brutschrank einwirken zu lassen. Eine 3—4stündige Einwirkung des Antiformins bei Zimmer- oder Brutschranktemperatur hat uns vollständig genügt.

Die von Loeffler angegebene Modifikation des Uhlenhuthschen Antiforminverfahrens hat sich uns ebenfalls bei der Auflösung der Lymphknoten bewährt. Sie macht die sonst nach Auflösung der Organe in Antiformin notwendige Verdünnung der Flüssigkeit unnötig. Nach Zusatz der Alkoholchloroformmischung und kräftigem Schütteln der Flüssigkeit gelingt es leicht, die Bazillen mit dem Sediment nach unten zu schleudern.

Versuche mit Reinkultur von Butterbazillus Rabinowitsch.

24. 9. 10. 1 Öse Butterbazillenkultur wird in 20 ccm 0,85 %iger NaCl-Lösung fein zerrieben. 5 Ösen dieser Aufschwemmung werden in 50 ccm normalen Urin gebracht, hiernach wird der Urin zentrifugiert. Im Ausstrich des Bodensatzes finden sich sehr viele säurefeste Bakterien. Der gesamte Bodensatz wird mit physiologischer Kochsalzlösung im Verhältnis 1 : 10 verdünnt. Von dieser Verdünnung werden den Meerschweinchen in die Wadengegend rechts und links je 0,5 ccm subkutan injiziert, nachdem die Kniefaltenlymphknoten vorher gequetscht waren.

Meerschweinchen 3422 am 24. 9. 10 injiziert.
Am 26. 9. 10 sind die Lymphknoten nicht vergrößert.
Am 3. 10. 10 werden beide nicht vergrößerte Lymphknoten exstirpiert.

Es werden weder im gewöhnlichen Ausstrichpräparat noch im Bodensatzausstrich der mit Antiformin aufgelösten Lymphknoten säurefeste Bakterien nachgewiesen.

Meerschweinchen 3425 am 24. 9. 10 injiziert.
Am 26. 9. 10 sind die Lymphknoten nicht vergrößert.
Am 3. 10. 10 werden beide nicht vergrößerte Lymphknoten exstirpiert.

Es werden weder im gewöhnlichen Ausstrichpräparat noch im Bodensatzausstrich der mit Antiformin aufgelösten Lymphknoten säurefeste Bakterien nachgewiesen.

Meerschweinchen 3498 am 24. 9. 10 infiziert.
Am 26. 9. 10 sind die Lymphknoten nicht vergrößert.
Am 3. 10. 10 werden beide nicht vergrößerte Lymphknoten exstirpiert.

Es werden weder im gewöhnlichen Ausstrichpräparat noch im Bodensatzausstrich der mit Antiformin aufgelösten Lymphknoten säurefeste Bakterien nachgewiesen.

14. 10. 10. 3 Ösen Butterbazillenkultur werden in 10 ccm 0,85 %iger NaCl-Lösung fein zerrieben. Von dieser Emulsion werden je 0,5 ccm Meerschwein Nr. 3405 nach Quetschung der Inguinallymphknoten subkutan sowohl in die rechte Wadengegend als auch in die linke Oberschenkelgegend injiziert. In gleicher Weise wird noch ein anderes Meerschwein Nr. 3427 mit der gleichen Menge Bakterien injiziert.

Am 19. 10. 10 sind bei beiden Tieren beiderseits die Inguinallymphknoten ungefähr erbsengroß geschwollen. Das Meerschwein Nr. 3405 wird getötet.

Hiernach werden die Milz und die Inguinaldrüsen entnommen.

Weder in den gewöhnlichen Ausstrichpräparaten der drei Organe noch im Bodensatz der mit Antiformin aufgelösten Organe können säurefeste Bakterien nachgewiesen werden.

Am 22. 10. 10 wird das Meerschwein Nr. 3427 durch Halsschnitt entblutet. Hiernach werden die Milz und die Inguinaldrüsen entnommen. Weder in den gewöhnlichen Ausstrichpräparaten der drei Organe noch im Bodensatz der mit Antiformin aufgelösten Organe können säurefeste Bakterien nachgewiesen werden.

Man sieht aus den vorstehend mitgeteilten Versuchen mit apathogenen Säurefesten, daß die Kniefaltendrüsen 10 Tage nach der Injektion der Bazillen teils gar nicht teils nur wenig vergrößert waren. Es gelang uns in diesen Versuchen weder in den Ausstrichpräparaten noch im Bodensatz der mit Antiformin aufgelösten und ausgeschleuderten Lymphdrüsen säurefeste Stäbchen nachzuweisen.

Versuche mit tuberkulösem Material.

A. Versuche mit Urin.

Am 24. 9. 10 werden 160 ccm Urin zentrifugiert, der von einem mit Nierentuberkulose behafteten Menschen stammen soll. Im Ausstrichpräparat des Bodensatzes werden ungefähr in jedem zehnten Gesichtsfeld 1 oder 2 säurefeste Stäbchen gefunden. Der Bodensatz wird im Verhältnis 1 : 10 verdünnt. Hiernach wird den nachstehend näher bezeichneten Meerschweinchen je 0,5 ccm der Verdünnung nach vorheriger Quetschung der Kniefaltenlymphknoten beiderseits je in die Wadengegend subkutan unmittelbar über dem Sprunggelenk injiziert.

Meerschweinchen 3794 am 24. 9. 10 infiziert.

Am 26. 9. 10 sind die Lymphknoten nicht vergrößert.

Am 3. 10. 10 werden die nicht vergrößerten Lymphknoten exstirpiert.

Weder in den gewöhnlichen Ausstrichpräparaten der Lymphknoten noch im Bodensatz der mit Antiformin aufgelösten Lymphknoten können säurefeste Bakterien nachgewiesen werden.

Bei Meerschweinchen 3739 und Meerschweinchen 3822, die genau in derselben Weise infiziert sind und deren Lymphknoten genau ebenso untersucht werden wie die vom Meerschweinchen 3794 lassen sich weder in den gewöhnlichen Ausstrichpräparaten der Lymphknoten noch im Bodensatz der Lymphknoten säurefeste Stäbchen nachweisen.

Am 24. 9. 10 werden nochmals 160 ccm Urin, der von demselben Falle stammt, zentrifugiert. Im Bodensatzausstrichpräparat werden ungefähr in jedem zehnten Gesichtsfeld ein oder zwei säurefeste Stäbchen gefunden. Der Bodensatz wird im Verhältnis 1 : 10 mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt und von dieser Verdünnung wird jedem der nachstehend näher bezeichneten Meerschweinchen sowohl links in die Oberschenkelgegend als auch rechts in die Wadengegend nach vorheriger Quetschung der Kniefaltenlymphknoten je 0,5 ccm subkutan injiziert.

Auf diese Weise wurden am 24. 9. 10 Meerschweinchen 3642, 3749, 3760, 3831 infiziert.

Dem	Meerschweinchen	3749	werden	am	26. 9. 10	beide	Kniefaltenlymphknoten	exstirpiert.
„	„	3831	„	„	29. 9. 10	„	„	„
„	„	3760	„	„	1. 10. 10	„	„	„
„	„	3642	„	„	3. 10. 10	„	„	„

Weder in den gewöhnlichen Ausstrichpräparaten der Inguinallymphknoten noch im Bodensatz der mit Antiformin aufgelösten Lymphknoten können säurefeste Stäbchen ermittelt werden.

Die Versuche mit den Urinproben scheinen auf den ersten Blick sehr gegen die Brauchbarkeit des Blochschen Verfahrens zu sprechen. Es gelang uns in keinem Falle, 10 Tage nach der Injektion des fraglichen Urins in den Lymphknoten Tuberkelbazillen nachzuweisen, auch nicht durch die Antiforminmethode. Wenn man aber bedenkt, daß im Sediment der Urinproben nur sehr spärliche säurefeste Bazillen enthalten waren (in jedem 10. Gesichtsfeld 1—2 Bazillen) und daß diese säurefesten Bazillen nicht die für Tuberkelbazillen im Urin so charakteristische Anordnung im „Zöpfen" darboten, wenn man ferner sieht, daß weder die 3 interkurrent 2—4 Wochen nach der Impfung gestorbenen Meerschweinchen (Nr. 3749, 3831, 3760) noch das Meer-

Digitized by Google

schweinchen 3642, das am 14. 1. 11, also 112 Tage nach der Infektion einging, tuberkulöse Herde aufwiesen, obwohl sie alle mit denselben Urinproben geimpft worden waren, so muß man wohl berechtigte Zweifel hegen, ob es sich in diesen Fällen wirklich um Tuberkulose handelte und ob die Urinproben, die uns zur Verfügung standen, auch in der Tat Tuberkelbazillen enthielten. Wir vermögen darum diese Versuche nicht ohne weiteres als Versager zu betrachten.

B. Versuche mit Sputum.

5 ccm Sputum von einem an Lungentuberkulose leidenden Menschen werden in 10 ccm 15%iger Antiforminlösung aufgelöst. Die Homogenisierung des Sputums ist nach 5 Minuten erreicht. Die Lösung wird hiernach mit 15 ccm physiologischer Kochsalzlösung verdünnt und sodann zentrifugiert. Der Bodensatz wird zweimal mit physiologischer Kochsalzlösung gewaschen. Im Ausstrichpräparat des Bodensatzes werden in jedem Gesichtsfeld ungefähr 1—4 Tuberkelbazillen gesehen.

Der Bodensatz wird in 2 ungefähr gleiche Teile geteilt.

Die eine Hälfte des Bodensatzes erhält am 10. 9. 10 Meerschweinchen 163 nach Quetschung der Inguinallymphknoten subkutan am Bauche injiziert. Am 19. 9. 10 werden beide Inguinallymphknoten, die erheblich vergrößert sind, exstirpiert und in Antiformin aufgelöst. Im Bodensatz der aufgelösten Lymphknoten werden sehr reichlich Tuberkelbazillen nachgewiesen.

Die andere Hälfte des Bodensatzes wird verdünnt und zwar
wird einmal 1 Teil Bodensatz mit 100 ccm 0,85%iger Kochsalzlösung und
zweitens 1 „ „ „ 1000 ccm „ „ vermischt.

In mikroskopischen Präparaten dieser Verdünnungen waren nur mit der größten Schwierigkeit und nach langem Suchen noch Tuberkelbazillen zu finden.

Am 10. 9. 10 erhält Meerschweinchen 340 nach Quetschung der Kniefaltenlymphknoten je 1 ccm der Verdünnung 1 : 100 subkutan in die rechte und linke Kniefaltengegend injiziert.

Am 19. 9. 10 wird der rechte Inguinallymphknoten exstirpiert.

Im gewöhnlichen Ausstrichpräparat können säurefeste Stäbchen nicht nachgewiesen werden, dagegen gelingt dies leicht in Ausstrichen vom Bodensatz der in Antiformin aufgelösten Lymphknoten. Hier werden reichlich und leicht säurefeste Bakterien nachgewiesen.

Am 10. 9. 10 erhält Meerschweinchen 341 nach Quetschung der Kniefaltenlymphknoten je 1 ccm der Verdünnung 1 : 1000 subkutan in die rechte und linke Kniefaltengegend injiziert. Am 19. 9. 10 sind die Lymphknoten als kirschkerngroße Gebilde zu fühlen. Der linke Lymphknoten ist schärfer abgesetzt fühlbar als der rechte und wird deshalb exstirpiert.

Im gewöhnlichen Ausstrichpräparat können einige säurefeste Stäbchen nachgewiesen werden, in Ausstrichen vom Bodensatz der in Antiformin aufgelösten Lymphknoten sind dagegen zahlreiche säurefeste Bakterien zu sehen.

Am 14. 10. 10 wird 1 ccm Sputum von einem lungentuberkulösen Menschen mit Antiformin aufgelöst und homogenisiert. Die homogenisierte Masse wird mit der gleichen Menge physiologischer Kochsalzlösung verdünnt, hiernach zentrifugiert und der Bodensatz wird dreimal mit 0,85%iger NaCl-Lösung gewaschen. Im Ausstrichpräparat einer Öse Bodensatz werden nur 2 säurefeste Stäbchen ermittelt. Der Bodensatz wird mit 3 ccm physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt.

Am 14. 10. 10 wird dem Meerschweinchen 3309 nach Quetschung der Inguinallymphknoten je 0,5 ccm der Aufschwemmung subkutan in die rechte und linke Kniefaltengegend injiziert. Am 19. 10. 10 wird das Tier getötet.

In gewöhnlichen Ausstrichpräparaten von Milz und Kniefaltenlymphknoten werden säurefeste Bakterien nicht gefunden. Ebensowenig gelingt dieser Nachweis in Ausstrichen vom Bodensatze der in Antiformin aufgelösten Milz und des linken Inguinallymphknoten. Dagegen werden im Ausstrichpräparat vom Bodensatz des rechten, in Antiformin aufgelösten Inguinallymphknotens säurefeste Bakterien zusammenliegend in einem Nest, allerdings an nur einer Stelle, gesehen.

Die Versuche mit Sputum zeigen, daß es frühestens 5 Tage nach der Injektion des Materials gelang, die Tuberkelbazillen in den vergrößerten Lymphdrüsen nachzuweisen.

Beim Meerschweinchen 3309 gelang der Nachweis der Tuberkelbazillen in den Lymphknoten der einen Seite, während er auf der andern Seite nicht gelang.

Abgesehen von dem Versuch mit Meerschweinchen 341 konnten in gewöhnlichen Ausstrichpräparaten der Drüsen die Bazillen nicht nachgewiesen werden.

Zusammenfassend können wir feststellen, daß es uns — wenn wir von den Versuchen mit Urin absehen, wo es zweifelhaft erscheint, ob es sich überhaupt um Tuberkelbazillen handelte — in jedem Falle, sowohl nach Injektion von Reinkulturmaterial wie von Sputum gelang, vermittels der Antiforminmethode nach 10 Tagen die Bazillen in den Kniefaltendrüsen nachzuweisen, und zwar meist in beträchtlicher Anzahl.

Unregelmäßig und schwierig gelingt der Nachweis der Bazillen in gewöhnlichen Drüsenausstrichen; leichter in den mit Antiformin aufgelösten Ausstrichpräparaten.

Natürlich wäre es ganz falsch, im Vertrauen auf dieses Blochsche Verfahren weniger Zeit und Sorgfalt auf die Durchmusterung des originalen Untersuchungsmateriales zu verwenden und kurzer Hand das Material zu verimpfen. Der Fund einiger Bazillen im reinen originalen Untersuchungsmaterial, in welchem erfahrungsgemäß andere nicht pathogene Säurefeste nicht vorkommen, ist viel beweisender als der Fund einiger säurefester Stäbchen in den Drüsen. Außerdem ist es im Grunde viel einfacher, eine Stunde auf die sorgfältige Durchmusterung der Präparate des Ausgangsmaterials zu verwenden, als die ganze Prozedur des Tierversuches mit der Exstirpation, Auflösung und mikroskopischen Untersuchung des Sedimentes der aufgelösten Drüsen vorzunehmen. Dazu kommt, daß der Befund von säurefesten Stäbchen im Wasser (Wasserhähnen und Schläuchen usw.) über den wir weiter unten berichten werden, zur größten Vorsicht bei der Beurteilung des Fundes von säurefesten Stäbchen in all den Fällen mahnt, wo die Art des Untersuchungsmaterials und die Herstellung der Präparate die Möglichkeit einer solchen Verwechslung nicht ausschließen.

Das Blochsche Verfahren kommt also wohl in erster Linie da in Betracht, wo es sich um die Entscheidung handelt, ob die in dem Untersuchungsmaterial nachweisbaren säurefesten Stäbchen echte Tuberkelbazillen sind oder nicht; und dann in zweiter Linie in den Fällen, wo trotz sorgfältigsten Suchens säurefeste Bazillen nicht entdeckt werden konnten. In diesen Fällen mag das Blochsche Verfahren mit Vorteil angewendet werden, namentlich wenn man die Drüsen nach Auflösung mit Antiformin auf Tuberkelbazillen untersucht und wenn man beiderseits injiziert, so daß nach Exstirpation der Drüsen der einen Seite die Infektion ungestört fortschreiten kann. So kann man in positiven Fällen nicht selten schon nach 10 Tagen in der Lage sein, die Diagnose zu stellen. Dazu muß man allerdings verlangen, daß die Bazillen in reichlicher Zahl in den Drüsen sich vorfinden, so daß eine zweifellose Vermehrung der Bazillen, worin wir einen Ausdruck ihrer Pathogenität erblicken, vorliegt. Es dürfte sich außerdem empfehlen, einen Teil der Drüsen einzubetten und histologisch auf beginnende tuberkulöse Veränderungen zu untersuchen.

Die Versuche haben uns aber jedenfalls deutlich gezeigt, daß die Antiforminmethode ein ausgezeichnetes Mittel zum Nachweis spärlicher Tuberkelbazillen in Organen und Geweben[1]) ist, sei es, daß man das Antiformin zur Auflösung von

[1]) Vgl. auch Lier, Wiener Med. Wochenschr. 1910 Nr. 37.

Digitized by Google

Organausstrichen, wie Hoffmann vorgeschlagen hat, benützt, sei es, daß man die ganzen Organe mit Antiformin auflöst, wie es in ähnlicher Weise von Uhlenhuth und Steffenhagen für den Nachweis und die Anreicherung von Leprabazillen aus Organen angewandt wird. Für diesen Fall empfiehlt sich besonders die Loefflersche Modifikation der Uhlenhuthschen Antiforminmethode.

Untersuchungen über säurefeste Bazillen im Wasser (Wasserhähnen und Wasserschläuchen).

In jüngster Zeit haben verschiedene Autoren über das Vorkommen von säurefesten Stäbchen in Wasserhähnen und im Wasser berichtet und auf die hierdurch möglichen Irrtümer bei der Diagnose: Tuberkelbazillen hingewiesen. Gelegentlich der Nachuntersuchungen über das Vorkommen von Tuberkelbazillen im zirkulierenden Blut des Tuberkulösen (Rosenberger) machte Brem (14) die Beobachtung, daß in den Wasserhähnen seines Laboratoriums, sowie in dem Bodensatz einer mit destilliertem Wasser gefüllten, im täglichen Gebrauch befindlichen Flasche reichlich säurefeste Stäbchen sich fanden. Ebenso konnte Beitzke (15) in Wasserhähnen säurefeste Stäbchen nachweisen. Er fand deren zweierlei Formen, nämlich a) kurze, plumpe in Häufchen zusammen liegende und b) schlanke mit Tuberkelbazillen verwechselbare, mehr vereinzelt auftretende Stäbchen.

Die Frage des Vorkommens von säurefesten Stäbchen in dem für Laboratoriumsarbeiten benützten Wasser (Leitungswasser und destilliertes Wasser) erscheint von genügend großer theoretischer und vor allem praktischer Bedeutung, um eingehende Untersuchungen über Vorkommen, Art und Pathogenität dieser Bazillen zu rechtfertigen.

Wir haben in 5 verschiedenen Laboratorien der bakteriologischen Abteilung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes die Wasserhähne und -Schläuche ausgekratzt; das ausgekratzte Material wurde auf Objektträgern ausgestrichen und in der gewöhnlichen Weise mit Karbolfuchsin gefärbt, mit 3%igem Salzsäurealkohol entfärbt und mit Methylenblau nachgefärbt. In allen Hähnen und Schläuchen konnten so mit Leichtigkeit säurefeste Stäbchen nachgewiesen werden. Es fanden sich zwei verschiedene Arten säurefester Bazillen, nämlich kurze, plumpe in Häufchen zusammen liegende Stäbchen und schlanke, vereinzelter liegende Stäbchen, welche leicht mit Tuberkelbazillen verwechselt werden können. Besonders in den Wasserschläuchen, aus deren Innerem schmutzig-graue Massen mit Leichtigkeit abgeschabt werden können, finden sich diese säurefesten Stäbchen in großer Zahl neben vielen anderen Bakterien. Gegen Antiformin sind diese Bazillen anscheinend ebenso resistent wie die echten Tuberkelbazillen.

Wenn man diese säurefesten Bazillen nach Gasis färbt, so erscheinen sie ebenfalls rot. Sie sind also nicht bloß säurefest, sondern auch alkalifest. Damit ist zugleich auch an einem neuen Beispiel gezeigt, daß der Anspruch von Gasis, daß durch seine Färbemethode eine sichere Unterscheidung der echten Tuberkelbazillen von den unechten Säurefesten möglich sei, sich nicht aufrecht erhalten läßt, wie Dold (17) und Levy (18) gezeigt haben.

Literaturverzeichnis.

1. Salus, Tierversuch und Nierentuberkulose. Berl. klin. Wochenschr. 1903, S. 1150.

2. J. Orth, Über die Ätiologie der experimentellen mykotischen Endokarditis. Virch. Arch. f. path. Anat. Bd. 103, S. 333.

3. Wyssokowitsch, Über die künstliche mykotische Endokarditis. Virch. Arch. f. path. Anat. Bd. 103, S. 310.

4. A. Bloch, Berl. klin. Wochenschr. 1907, Nr. 17, S. 511 und 1393.

5. Davidsohn, Berl. klin. Wochenschr. 1907, S. 1393.

6. G. Joannovics und G. Kapsammer, Berl. klin. Wochenschr. 1907, Nr. 1493.

7. Dieterlen, Tuberkulose. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1908, Heft 9, S. 118.

8. Fligg, Inaug.-Diss. Tierärztl. Hochschule. Berlin 1908.

9. H. Dold, Journal of the Royal Institute of Public Health. London 1908, Vol. 16, Nr. 9, p. 560.

10. Lewitzky, Zeitschr. f. Tuberk. 1910, Bd. 15, S. 56.

11. Hoffmann, Deutsche med. Wochenschr. 1910, Nr. 28, S. 1309.

12. Loeffler, Deutsche med. Wochenschr. 1910, Nr. 48, S. 1987.

13. Lange und Nitsche, Deutsche med. Wochenschr. 1909, S. 435.

14. Brem, Walter V., Journal of american med. association 1909, Bd. 53, S. 909.

15. Beitzke, H., Berl. klin. Wochenschr. 1910, Nr. 31, S. 1451.

16. Gasis, Zentralbl. f. Bakteriol. 1. Abt. Orig. Bd. 50, Heft 1, Berl. klin. Wochenschr. 1909, Nr. 18.

17. H. Dold, Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1911, Bd. XXXVI, Heft 4.

18. M. Levy, Zentralbl. f. Bakt. Orig. Abt. I, Bd. 55, Heft 3.

Über den Zusammenhang von Heilwert und Antitoxingehalt des Diphtherieserums.

Von

Professor **Dr. Neufeld,** Regierungsrat im Kaiserl. Gesundheitsamte.

und

Stabsarzt **Dr. Haendel,** kommandiert zum Kaiserl. Gesundheitsamte.

Die von Ehrlich (1) ausgearbeitete Methode der Wertbemessung des Diphtherieserums, welche als ein absolut sicherer und zuverlässiger Maßstab für die Bestimmung des Antitoxingehaltes der Sera allgemein anerkannt wird, beruht auf der Voraussetzung, daß der antitoxische Wert, der Gehalt eines Serums an Immunitätseinheiten auch seinem Heileffekt entspricht.

Dieser Auffassung gegenüber war von Roux (2) bereits auf dem X. Internationalen Kongreß für Hygiene in Paris im Jahre 1900 geltend gemacht worden, daß ein derartiger Parallelismus zwischen der präventiven und kurativen Wirkung und dem antitoxischen Werte der Diphtheriesera nicht bestehe, und daß der nach dem von Ehrlich begründeten, quantitativen Mischungsverfahren bestimmte Gehalt an Immunitätseinheiten deshalb keinen genügend zuverlässigen Aufschluß gebe über die therapeutische Kraft der Sera; es müsse daher die präventive und kurative Wirkung derselben noch besonders bestimmt werden.

Schon damals hatte Ehrlich (3) in der sich an den Vortrag von Roux anschließenden Diskussion darauf hingewiesen, daß die Resorptionsverhältnisse bei den einzelnen Tieren sehr verschieden sein können, was bei der von Roux geübten Auswertungsweise der Sera zu berücksichtigen wäre. Ebenso seien auch die Resorptionsverhältnisse von Gift und Antitoxin ungleich.

Marx (4), welcher auf Veranlassung Ehrlichs die gegen dessen Methode erhobenen Einwände eingehend nachgeprüft hat, kam dann auch bei seinen Untersuchungen im Gegensatz zu den Behauptungen von Roux zu dem Ergebnis, daß die drei Faktoren, die toxinneutralisierende Kraft eines Diphtherieserums, d. h. sein Gehalt an Immunitätseinheiten, und die präventive und heilende Wirkung eines Serums in strengster Beziehung stehen und zwar in der Weise, daß der Immunisierungs- und Heileffekt eines Serums seinem Gehalt an Immunitätseinheiten direkt proportional ist. Wäre es demnach an sich gleichgültig, welcher der drei Faktoren der Wertbemessung

Digitized by Google

der Diphtheriesera zugrunde gelegt wird, so ist die Ehrlichsche Bestimmungsmethode doch den andern vorzuziehen, weil sie nicht nur am leichtesten gestattet die Bestimmung des Gehalts an Immunitätseinheiten durchzuführen, sondern auch die bei weitem genauesten und exaktesten Resultate gibt.

Roux hat später zur Stütze seiner Auffassung durch Cruveilhier (5) noch weitere Untersuchungen ausführen lassen, aber auch dessen Versuche haben bei ihrer Nachprüfung von Steinhardt und Banzhaf (6) keine Bestätigung erfahren, vielmehr gelangten diese Autoren zu dem entgegengesetzten Resultat, daß die Ehrlichsche Methode der Wertbestimmung des Diphtherieserums auch in exakter Weise seinen therapeutischen Wert bemißt. Belfanti (7) kam bei seinen entsprechenden Untersuchungen ebenfalls zu dem Ergebnis, daß die Methode Ehrlichs die einzige ist, welche eine sichere Wertbestimmung und einen gegenseitigen Vergleich der antitoxischen Sera ermöglicht.

Die Frage ist erneut wieder in Fluß gekommen durch die Untersuchungen von Kraus (8) und seinen Mitarbeitern. Kraus war auf Grund seiner Untersuchungen, welche er teils gemeinsam mit Pribram (9), teils mit Russ (10) und Doerr (11) mit Antitoxinen gegen Vibrionentoxine ausgeführt hatte, zu der Anschauung gelangt, daß nicht von der Quantität der in vitro bestimmten Antitoxine, sondern von ihrer Qualität, „ihrer Avidität“ die Heilkraft der Sera abhängig sei. Mit Schwoner (12) hat Kraus dann auch bei dem Diphtherieserum Untersuchungen nach dieser Richtung hin angestellt. Sie benutzten zu diesen Versuchen zuerst Kaninchen, welchen sie Gift und Serum intravenös injizierten. Da sich aber bezüglich der Giftempfindlichkeit bei den Kaninchen ganz erhebliche individuelle Unterschiede geltend machten, und außerdem die Autoren bei dieser Versuchsanordnung nur verwertbare Resultate erzielten, wenn die Serumeinspritzung der Giftinjektion verhältnismäßig rasch — nach $^1/_4$ Stunde — folgte, so führten sie noch weitere Versuchsreihen an Meerschweinchen aus, bei denen, um den Zeitraum zwischen Gift- und Serumgabe vergrößern zu können, Gift und Serum subkutan appliziert wurden. Auf Grund ihrer Versuche kamen sie zu dem Schlusse, daß auch bei dem Diphtherieserum zwischen der in vitro bestimmten Antitoxinmenge und dem Heilwert keine fixen Beziehungen bestehen, und daß demnach die quantitative Wertbestimmung, welche die Avidität des Antitoxins unberücksichtigt läßt, als Wertbemessung eines therapeutischen Serums nicht ausreichend sei, sondern durch eine andere, auf dem Prinzip der Aviditätsbestimmung der Antitoxine beruhende Methode ersetzt werden müsse. Ferner zogen sie aus ihren Versuchsergebnissen zugleich die weiteren Folgerungen, daß den hochwertigen (300 bis 600 fachen) Diphtherieseris in der Regel eine geringere Heilwirkung zukomme als solchen, welche weniger (100—150 fach) hochwertig sind, sowie daß der Heilwert, die Avidität der Antitoxine eines Serums von der Zu- oder Abnahme der Antitoxinmenge während der Immunisierung unabhängig zu sein scheine.

Den Ausführungen von Kraus und Schwoner ist aus dem Kolleschen Institut von Brüstlein (13) und aus dem Ehrlichschen Institut von Berghaus (14) in verschiedenen Arbeiten entgegengetreten worden. Brüstlein hat sich dabei der von Kraus und Schwoner geübten Versuchstechnik angeschlossen und benutzte bei seinen

Digitized by Google

Untersuchungen Meerschweinchen, welchen er das Gift und später nach verschiedenen Zeiträumen zwischen $^{1}/_{2}$ und 4 Stunden auch das Serum subkutan injizierte. Die durch die verschiedenen Resorptionsverhältnisse der einzelnen Tiere bei der subkutanen Injektionsreihe etwa möglichen Fehlerquellen suchte er dadurch auszugleichen, daß er jeweils möglichst große Versuchsreihen und zwar immer in Parallelserien ansetzte. Er kommt zu folgenden Schlüssen. Alle Sera, welche nach Ehrlichs Methode ausgewertet geringen Antitoxingehalt hatten, erwiesen sich auch im Heilversuch als schwächer wirksam, wie die nach der Ehrlichschen Prüfung hochwertigen Sera. Die Heilkraft der nach Ehrlich hochwertigen Sera ist ferner nicht nur absolut, sondern auch relativ größer wie die der minderwertigen, da zur Erzielung desselben Effektes von den ersteren geringere absolute Mengen nach Antitoxineinheiten berechnet genügen als von den letzteren. Diphtheriekranke sind mit möglichst hochwertigen antitoxischen Seris zu behandeln, da bei ihrer Verwendung die Erzielung der besten Erfolge mit der geringsten Serummenge zu erhoffen ist. Erscheinungen, welche auf die vorwiegende Bedeutung der Avidität der Antitoxine bei der Heilwirkung des Diphtherieserums hinweisen, haben sich nicht bemerkbar gemacht, wohl aber steht der Heilwert eines Serums, für den die Avidität des Antitoxins allerdings auch von Bedeutung ist, in einem direkten und fixen Zusammenhang mit der durch die Mischungsmethode Ehrlichs nachgewiesenen Antitoxinmenge. Es ist daher an der bisherigen Wertbemessung nach Ehrlich, welche in exakter und leicht auszuführender Weise die Menge der Antitoxine angibt, festzuhalten.

Berghaus, welcher die Angaben von Kraus und Schwoner sowohl an Kaninchen wie an Meerschweinchen nachgeprüft hat, konnte zunächst zeigen, daß Kaninchen wegen ihrer verschiedenen individuellen Giftempfindlichkeit zu derartigen Untersuchungen nicht geeignet sind. Bei seinen Versuchen an Meerschweinchen ist er in verschiedener Weise vorgegangen. Um die Fehlerquellen der subkutanen Injektion zu vermeiden, hatte er bei seinen ersten Versuchsreihen das Gift intrakardial, das Serum intraperitoneal gegeben. Später ging er dann dazu über, beides, das Gift und später das Serum intrakardial zu injizieren. Insgesamt hat Berghaus 26 Sera zu seinen Untersuchungen herangezogen, darunter 8 Sera, welche ihm von Kraus zur Verfügung gestellt waren und nach dessen Untersuchungen keine Übereinstimmung zwischen Antitoxingehalt und Heilwirkung aufwiesen. Berghaus kommt auf Grund seiner Versuche zu dem Ergebnis, daß der Heileffekt eines Serums seinem Gehalt an Immunitätseinheiten vollkommen proportional ist und von einer größeren Heilwirkung der minderwertigen Sera nicht die Rede sein könne. Die abweichenden Ergebnisse von Kraus und Schwoner erklärt Berghaus hauptsächlich durch den von diesen Autoren angewandten Injektionsmodus der subkutanen Einverleibung von Gift und Serum. Die subkutane Injektion des Serums kann, wie Berghaus durch entsprechende Versuchsreihen mit zwei Seris nachwies, ganz regellose Heilergebnisse zur Folge haben, indem mit ein und demselben Serum bei gleichem Versuchsmodus ganz unabhängig von der Größe der eingeführten Antitoxinmenge mit wenigen wie mit vielen Immunitätseinheiten sowohl gute wie schlechte Heilwirkungen erzielt werden. Diese Erscheinung läßt sich nach Berghaus nur durch individuelle Verschiedenheiten erklären und

kann nur darauf beruhen, daß die Resorptionsverhältnisse nach subkutaner Injektion bei den einzelnen Tieren sehr variabel sind.

Kraus und Schwoner (15) haben diese Erklärung von Berghaus nicht angenommen. Sie halten auch den Mitteilungen von Berghaus gegenüber an ihrer Auffassung fest und haben ihre Angaben durch weitere Versuche teils unter Verwendung von Bakterien, teils von Toxin — von denen hier zunächst nur die letzteren berücksichtigt werden sollen — zu stützen versucht. Gegenüber den von Brüstlein mitgeteilten Protokollen erheben sie den Einwand, daß aus diesen zum Teil im Gegensatz zu der Deutung Brüstleins hervorgehe, daß zwischen Antitoxingehalt und Heilwirkung keine fixen Beziehungen bestehen. Es ist zuzugeben, daß nach einzelnen Protokollen Brüstleins bei derselben Versuchsanordnung mit ganz verschiedenen Mengen von Immunitätseinheiten dieselbe Wirkung erzielt und bei gleicher Antitoxindosis verschiedene Ergebnisse erhalten werden, so daß diese Versuche nicht zum Beweise für das Bestehen fixer Beziehungen zwischen Antitoxinmenge und Heilwirkung zu verwerten sind. Damit ist aber noch nicht gesagt, daß diese Ergebnisse, wie Kraus und Schwoner annehmen, nur in ihrem Sinne gedeutet werden können. Wir kommen hierauf bei Besprechung unserer Versuche noch zurück.

Ebenso wird man Kraus und Schwoner nicht beitreten können, wenn sie den Arbeiten von Berghaus gegenüber geltend machen, daß aus dessen an Kaninchen ausgeführten Versuchen klar hervorgehe, daß Heilwert und Antitoxingehalt nicht in direkter Proportionalität stehen; nach den eigenen Angaben der Autoren liefern Versuche an Kaninchen in dieser Frage keine konstanten, eindeutig verwertbaren Resultate, weil anscheinend die Stärke der Giftbindung bei gleicher Giftdosis und nach gleicher Zeit bei Kaninchen eine ganz verschiedene, individuelle ist, so daß gleiche Serumdosen desselben Serums einmal heilen, das andere Mal dazu nicht imstande sind.

Wenn die Autoren schließlich gegenüber der Annahme von Berghaus, wonach die in ihren Versuchen bei manchen Seris in Erscheinung getretene Divergenz zwischen Antitoxingehalt und Heilwert auf der von ihnen angewandten subkutanen Injektionstechnik und den dadurch bedingten verschiedenen Resorptionsverhältnissen bei den einzelnen Tieren beruhe, auf Grund weiterer Versuche an Meerschweinchen behaupten, daß sie auch bei anderer Versuchsanordnung ihren früheren Versuchsergebnissen ganz entsprechende Abweichungen zwischen Antitoxingehalt und Heilwert bei Diphtherieseris gefunden haben, so erscheinen uns auch diese Untersuchungen zur Widerlegung der Erklärung von Berghaus nicht ausreichend.

Bei diesen letzten Versuchsreichen haben nämlich Kraus und Schwoner Meerschweinchen Gift subkutan und nach beträchtlichen Zeiträumen, bis zu 4 Stunden Serum intraperitoneal gegeben und auch bei einzelnen Seris ähnliche Verschiedenheiten zwischen Antitoxingehalt und Heileffekt gesehen wie bei ihren früheren Versuchen. Sie schließen daraus, daß nicht, wie Berghaus annimmt, durch die Art der Einverleibung von Gift und Serum und verschiedene individuelle Resorptionsverhältnisse sich die beobachteten Differenzen zwischen Heilwirkung und Antitoxingehalt der Sera erklären lassen, sondern nur durch die verschiedene Avidität der Antitoxine, die aber nur bei Einhaltung eines ausreichend großen Zeitintervalls zwischen Giftinjektion und

Serumapplikation genügend deutlich in Erscheinung tritt. Als neue Beobachtung führen die Autoren bei diesen Versuchen noch an, „daß frische Sera unabhängig von ungleicher Avidität einen besseren Heilwert haben dürften als ältere Sera".

Wie erwähnt, kann auch diesen Versuchsreihen von Kraus und Schwoner den Befunden von Berghaus gegenüber keine genügende Beweiskraft zuerkannt werden, da die von Berghaus als Fehlerquelle angesprochene subkutane Injektion ja nur bei der Einspritzung des Serums vermieden wurde, nicht aber bei der Injektion des Giftes, dessen schnellere oder langsamere Resorption möglicherweise für den Verlauf der Versuche ebenso entscheidend sein kann wie die des Serums.

Eigene Versuche.

Über die Frage der Beziehungen zwischen Antitoxingehalt und Heilwert der Diphtheriesera, welcher ja nicht nur ein theoretisches Interesse, sondern auch eine eminente praktische Bedeutung zukommt, sind von uns in der bakteriologischen Abteilung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes bereits vor einiger Zeit ebenfalls Versuche angestellt worden, und zwar waren wir durch die Liebenswürdigkeit von Herrn Professor Kraus in der Lage, speziell einige Sera zu prüfen, bei welchen sich nach den Untersuchungen von Kraus und Schwoner Abweichungen zwischen Antitoxingehalt und Heilwirkung hatten feststellen lassen. Über die Ergebnisse dieser Versuche soll nachstehend kurz berichtet werden. Zu den Untersuchungen wurde folgende von Herrn Professor Kraus zur Verfügung gestellte Sera benutzt:

1. Serum Magda
2. Serum Marius
3. Serum Mizzi
4. Serum Lois.

Die Sera wurden von uns vor Beginn der Versuche nach der Ehrlichschen Methode auf ihren Antitoxingehalt genau ausgewertet. Die erhaltenen Ergebnisse sind aus Tabelle I ersichtlich. Die Prüfungskonstanten des uns von Herrn Geheimrat Ehrlich in dankenswerter Weise überlassenen Diphtheritoxins waren Dosis letal. minima subkutan ca. 0,011, L + Dosis — 0,63. Außerdem haben wir noch ein ebenfalls aus dem Ehrlichschen Institut erhaltenes Standardserum 1 g trocken 5925fach zu den Versuchen herangezogen.

Tabelle I. Bestimmung des Gehalts der Krausschen Sera an Immunitätseinheiten nach der Ehrlichschen Methode.

I Serum Magda		II Serum Marius		III Serum Mizzi		IV Serum Lois	
Prüfung auf I. E.	Ergebnis	Prüfung auf I.-E.	Ergebnis	Prüfung auf I.-E.	Ergebnis	Prüfung auf I.-E.	Ergebnis
60	lebt	80	lebt	120	lebt	280	lebt
70	† 4	90	lebt	130	lebt	300	lebt
80	† 3	95	† 4	140	† 4	310	† 4
100	† 2	100	† 3	150	† 3	320	† 3
140	† 2	120	† 2	160	† 2	330	† 2

Die Zahlen hinter † geben die Zahl der Tage bis zum Tode des Tieres an.

Die Sera enthielten demnach an Immunitätseinheiten:

1. Serum Magda 70
2. Serum Marius 95
3. Serum Mizzi 140
4. Serum Lois 310.

Da Kraus und Schwoner sich bei den Versuchen, bei welchen ihnen zuerst Differenzen zwischen Heilwirkung und Antitoxingehalt einzelner Diphtheriesera aufgefallen waren, der subkutanen Injektion sowohl für das Gift wie das Serum bedient hatten, so erschien es uns zunächst zweckmäßig auch bei Untersuchungen zur Nachprüfung dieser Angaben wenn irgend möglich dieselbe Versuchstechnik anzuwenden. Anderseits aber hatte Berghaus, wie erwähnt, über so auffallend unregelmäßige Resultate bei Heilversuchen nach subkutaner Anwendung des Serums berichtet, daß wir es für erforderlich hielten uns zunächst an einer nur mit einem Serum ausgeführten größeren Versuchsreihe zu überzeugen, ob bei subkutaner Applikation von Gift und Serum genügend regelmäßige Ausschläge erhalten werden, um eine exakte Heilwertbestimmung mit diesem Verfahren zu ermöglichen. Wir injizierten zu diesem Zwecke einer größeren Anzahl von Meerschweinchen das Gift in etwas mehr wie der 3fach subkutan tödlichen Dosis von 0,035 in 3 ccm NaCl auf der linken Bauchseite unter die Haut und in gleicher Weise nach $1 \frac{1}{2}$ Stunden verschiedene Mengen von Immunitätseinheiten desselben (Standard) Serums auf der rechten Bauchseite. Tabelle II zeigt die erhaltenen Ergebnisse.

Tabelle II. Heilversuche an Meerschweinchen.

Gift 0,035 in 3 ccm NaCl s. c. auf der linken Bauchseite, nach $1 \frac{1}{2}$ Stunden Serum ebenso auf der rechten Bauchseite (Standard Serum).

Immunitäts-Einheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 8 Tage und zwar am:								lebend
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	
3,0	4	—	—	—	—	—	—	—	—	4
1,5	8	—	—	—	—	—	—	—	1	7
0,75	8	—	—	—	1	—	1	1	—	5
0,5	4	—	—	—	—	—	—	—	—	4
0,3	4	—	—	1	—	—	—	—	—	3
0,1	4	—	1	—	2	—	—	—	—	1
0,03	4	—	—	1	—	1	—	—	—	2
0,01	4	—	—	2	1	1	—	—	—	0
0,003	4	—	—	3	—	—	—	—	—	1 († 9)

Die bei diesem Versuch erhaltenen Resultate lassen wohl nur den Schluß zu, daß sich die individuell verschiedenen Resorptionsverhältnisse bei den einzelnen Tieren bei der gewählten Versuchsanordnung in der Tat so störend bemerkbar machen können, daß eine zuverlässige zu Vergleichen brauchbare Auswertung der Sera auf diese Weise unmöglich erscheint.

Während — um nur ein Beispiel aus der Tabelle herauszugreifen — von den mit 0,75 I.-E. gespritzten Tieren 3 innerhalb 7 Tagen zugrunde gingen, wurden durch weniger wie die Hälfte dieser Dosis, durch 0,3 I.-E., 3 Tiere und selbst durch nicht einmal den 20. Teil derselben, durch 0,03 I.-E., ebenfalls 2 Meerschweinchen vor dem akuten Tode bewahrt.

Im Hinblick auf das Ergebnis dieses Versuches scheinen uns auch die von Brüstlein erhaltenen abweichenden und unregelmäßigen Resultate zwischen Antitoxingehalt und Heilwirkung einzelner Sera nicht wie Kraus und Schwoner annehmen, nur durch die verschiedene Avididät der betr. Sera, sondern allein schon durch die von diesem Autor ebenfalls angewandte Technik der subkutanen Injektion des Giftes und des Serums ihre Erklärung zu finden.

Wir nahmen daher, um diese Fehlerquelle zu vermeiden, von der subkutanen Einspritzung sowohl für das Gift wie das Serum Abstand und wählten für die weiteren Versuche zunächst die Zuführung des Giftes und des Serums direkt in die Blutbahn durch die intrakardiale Injektion. Wir benutzten dabei dieselbe Giftdosis von 0,035 ccm wie zuvor. Das Serum wurde eine Stunde später injiziert und zwar sowohl das Gift wie das Serum jeweils in 1 ccm NaCl. Berghaus hatte bei der entsprechenden Versuchsanordnung und demselben Zeitintervall zwischen Gift- und Serumeinspritzung die Tiere mit 0,08 I.-E. vor dem akuten Tode zu schützen vermocht. Da wir nun wesentlich größere Giftmengen verwandten, so gaben wir auch entsprechend größere Serumdosen. Über einen zunächst mit dem Standardserum ausgeführten Vorversuch gibt nachstehende Tabelle Aufschluß.

Tabelle III. Heilversuch an Meerschweinchen.

Gift 0,035 in 1 ccm NaCl i. card., nach 1 Stunde Serum in 1 ccm NaCl ebenfalls i. card.

Immunitätseinheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,15	3	—	2	1	—	—	—	—	—
0,2	3	—	—	3	—	—	—	—	—
0,25	3	—	—	2	—	—	—	1	—
0,28	3	—	—	—	—	—	—	1	2(† 8 u. 11)
0,3	3	—	—	—	—	—	—	—	3
0,4	3	—	—	—	—	—	—	—	3
Kontrollen	3	—	3	—	—	—	—	—	—

Die Tabelle zeigt, daß bei dieser Versuchsanordnung gegen die angewandte Giftdosis von 0,035 ccm 0,3 und 0,4 I.-E. alle Tiere vor dem akuten Tode zu schützen vermochten, während eine Menge von 0,28 I.-E. dazu noch nicht ausreichte. Die anschließend zum Vergleich in derselben Weise nur unter Weglassung der geringsten Serumdosis vorgenommenen Auswertung der Krausschen Sera führte, wie aus den nachstehenden Tabellen ersichtlich, zu ganz entsprechenden Ergebnissen.

Tabelle IV. Heilversuch an Meerschweinchen. Serum Magda. 70 fach.
Gift 0,035 in 1 ccm NaCl i. card., nach 1 Stunde Serum in 1 ccm NaCl ebenfalls i. card.

Immunitätseinheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,2	3	—	—	2	—	1	—	—	—
0,25	3	—	—	—	1	1	1	—	—
0,28	3	—	—	—	—	—	1	—	2 († 9 u. 11)
0,3	3	—	—	—	—	—	—	—	3
0,4	3	—	—	—	—	—	—	—	3
Kontrollen	2	—	2	—	—	—	—	—	—

Tabelle V. Heilversuch an Meerschweinchen. Serum Marius. 95 fach.

Immunitätseinheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,2	3	—	—	3	—	—	—	—	—
0,25	3	—	—	—	—	2	—	1	—
0,28	3	—	—	—	—	—	—	2	1 († 9)
0,3	3	—	—	—	—	—	—	—	3
0,4	3	—	—	—	—	—	—	—	3

Tabelle VI. Heilversuch an Meerschweinchen. Serum Mizzi. 140 fach.

Immunitätseinheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,2	3	—	1	2	—	—	—	—	—
0,25	3	—	—	2	—	1	—	—	—
0,28	3	—	—	—	—	1	—	1	1
0,3	3	—	—	—	—	—	—	—	3
0,4	3	—	—	—	—	—	—	—	3

Tabelle VII. Heilversuch an Meerschweinchen. Serum Lois 310 fach.

Immunitätseinheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,2	3	—	1	1	1	—	—	—	—
0,25	3	—	—	1	2	—	—	—	—
0,28	3	—	—	—	—	—	1	1	1
0,3	3	—	—	—	—	—	—	—	3
0,4	3	—	—	—	—	—	—	—	3

Es ergab sich sonach vollständig übereinstimmend für alle 5 geprüften Sera, daß bei intrakardialer Gift- und Serumzuführung nach einstündigem Intervall zwischen Gift- und Serumgabe 0,3 I.-E. nach einer Vergiftung mit 0,035 Toxin den akuten Tod der Tiere verhinderten. Bei allen Seris wurde sonach mit derselben Antitoxinmenge der gleiche Heileffekt erzielt.

Da aber nach den letzten Angaben von Kraus und Schwoner die auf Aviditätsunterschieden der Antitoxine beruhenden Differenzen in der therapeutischen Wirkung verschiedener Sera erst nach einem längeren Zeitintervall zwischen Vergiftung und Serumeinspritzung genügend deutlich in Erscheinung traten, so waren zur weiteren Klärung der Frage noch Versuche mit größeren Zwischenräumen zwischen Gift- und Serumapplikation notwendig. Nach den Untersuchungsergebnissen von Berghaus ist aber bei einem 1 $^1/_2$stündigen Intervall zwischen intrakardialer Gift- und Seruminjektion schon mehr wie die 3fache, nach 2stündigem Intervall bereits die 10fache Antitoxinmenge zur Erzielung desselben Heileffektes erforderlich, wie bei einem Heilversuch nach 1 Stunde. Nach einem 3stündigen Zwischenraum zwischen Gift- und Serumzuführung mußten wir daher bei Beibehaltung der doppelten intrakardialen Injektion — wenn wir nicht erheblich mit der Giftdosis herabgehen wollten — mit der Einspritzung so beträchtlicher Antitoxinmengen in das Herz der Versuchstiere rechnen, daß uns deren intrakardiale Zuführung bei dem stark glyzerinhaltigen Standardserum nicht unbedenklich erschien.

Eine weitere Herabsetzung der Giftdosis wollten wir aus dem Grunde vermeiden, weil bei Verwendung kleinerer Giftmengen sich eine etwa zufällig größere Widerstandsfähigkeit einzelner Tiere gegen das Gift doch vielleicht bei den vergleichenden Versuchen hätte in störender Weise bemerkbar machen können.

Wir hielten es daher für zweckmäßig, zumal wir bei den vorstehend erwähnten Versuchen infolge des doppelten Herzstiches doch auch einzelne Tiere an Verblutung verloren hatten, zunächst zu versuchen von der Einspritzung von Gift und Serum in das Herz abzusehen und nur noch das Serum intrakardial, das Gift aber intraperitoneal zu geben.

Mit dem Standardserum in dieser Weise vorgenommene Versuche ergaben, daß deren Ablauf durch die intraperitoneale Giftzufuhr nicht beeinträchtigt wurde, und daß bei dieser Versuchsanordnung auch bei größeren Zeitintervallen nach der Vergiftung beträchtlich geringere Antitoxinmengen erforderlich waren.

Tabelle VIII. Heilversuch an Meerschweinchen. Standardserum.

Gift 0,035 in 2 ccm NaCl i. p., nach 2 Stunden Serum in 1,0 ccm NaCl i. card.

Immunitätseinheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,1	3	—	—	2	—	1	—	—	0
0,15	3	—	—	1	1	1	—	—	0
0,2	3	—	—	—	—	—	1	—	2(† 9 u. 11)
0,28	3	—	—	—	—	—	—	—	3
0,3	3	—	—	—	—	—	—	—	3
0,5	3	—	—	—	—	—	—	—	3
Kontrollen	2	—	—	2	—	—	—	—	0

Das Standardserum vermochte mit 0,28 I.-E. 2 Stunden nach der Vergiftung noch sämtliche Tiere vor dem akuten Tode zu schützen. Nachstehende Tabellen geben die Resultate der entsprechend durchgeführten Prüfung der übrigen Sera.

Digitized by Google

Tabelle IX. Heilversuch an Meerschweinchen. Serum Magda. 70 fach.

Gift 0,035 in 2 ccm NaCl i. p. nach 2 Stunden Serum in 1,0 ccm NaCl i. card.

Immunitätseinheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,2	3	—	—	—	—	—	—	2	1 († 10)
0,28	3	—	—	—	—	—	—	—	3
0,3	3	—	—	—	—	—	—	—	3

Tabelle X. Heilversuch an Meerschweinchen. Serum Marius. 95 fach.

Immunitätseinheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,2	3	—	—	—	—	1	—	1	1 († 9)
0,28	3	—	—	—	—	—	—	—	3
0,3	3	—	—	—	—	—	—	—	3

Tabelle XI. Heilversuch an Meerschweinchen. Serum Mizzi. 140 fach.

Immunitätseinheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,2	3	—	—	—	—	1	—	2	0
0,28	3	—	—	—	—	—	—	—	3
0,3	3	—	—	—	—	—	—	—	3

Tabelle XII. Heilversuch an Meerschweinchen. Serum Lois 310 fach.

Immunitätseinheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,2	3	—	—	—	—	—	2	1	0
0,28	3	—	—	—	—	—	—	—	3
0,3	3	—	—	—	—	—	—	—	3

In diesen Reihen bewirkten sonach auch zwei Stunden nach der Vergiftung ebenfalls bei sämtlichen Seris gleiche Antitoxinmengen dieselbe Heilwirkung, indem gleichmäßig durch 0,28 I.-E. die Tiere vor dem akuten Tode geschützt wurden. Ganz entsprechende Resultate erhielten wir schließlich noch bei einer Reihe von Versuchen mit 3 stündigem Intervall zwischen Gift- und Serumgabe, von denen einige in den folgenden Tabellen ausführlich wiedergegeben sind.

Digitized by Google

Tabelle XIII. Heilversuch an Meerschweinchen (Standardserum).

Gift 0,035 in 1 ccm NaCl i. p. nach 3 Stunden Serum i. card. ebenfalls in 1 ccm NaCl.

Immunitäts-Einheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,28	3	—	—	—	2	1	—	—	0
0,35	3	—	—	—	1	—	1	1	0
0,5	3	—	—	—	—	—	1	—	2
0,75	3	—	—	—	—	—	—	—	3
1,0	3	—	—	—	—	—	—	—	3
Kontrollen	2	—	—	2	—	—	—	—	0

Tabelle XIV. Heilversuch an Meerschweinchen. Serum Magda 70fach.

Immunitäts-Einheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,35	3	—	—	—	—	1	—	2	0
0,5	3	—	—	—	—	—	—	—	3
0,75	3	—	—	—	—	—	—	—	3
1,0	3	—	—	—	—	—	—	—	3

Tabelle XV. Heilversuch an Meerschweinchen. Serum Marius 95fach.

Immunitäts-Einheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,35	3	—	—	—	2	—	—	—	1 († 8)
0,5	3	—	—	—	—	—	—	1	2
0,75	3	—	—	—	—	—	—	—	3
1,0	3	—	—	—	—	—	—	—	3

Tabelle XVI. Heilversuch an Meerschweinchen. Serum Mizzi 140fach.

Immunitäts-Einheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,35	3	—	—	—	1	1	—	1	0
0,5	3	—	—	—	—	—	—	—	3
0,75	3	—	—	—	—	—	—	—	3
1,0	3	—	—	—	—	—	—	—	3

Tabelle XVII. Heilversuch an Meerschweinchen Serum Lois. 30fach.

Immunitäts-Einheiten	Zahl der Tiere	Davon starben innerhalb der ersten 7 Tage und zwar am:							leben
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	
0,35	3	—	—	—	1	2	—	—	0
0,5	3	—	—	—	—	—	—	—	3
0,75	3	—	—	—	1	—	—	—	2
1,0	3	—	—	—	—	—	—	—	3

Auch hier bei 3stündigem Zwischenraum zwischen Vergiftung und Serumgabe verhinderten im allgemeinen bei allen Versuchsreihen gleichmäßig 0,5 I.-E. den akuten Tod der Tiere. Wenn bei den angeführten Versuchen von den mit dieser Antitoxinmenge des Standardserums und des Serum Marius behandelten drei Meerschweinchen je eines trotz der Seruminjektion frühzeitig der Vergiftung erlag, so kann es sich bei diesen ebenso wie bei dem mit 0,75 I.-E. von Serum Lois gespritzten Tiere nur um eine gegenüber den anderen Meerschweinchen geringere Widerstandsfähigkeit gegen die Giftwirkung, keineswegs aber um eine auf der schwächeren Avidität der Antitoxine der betreffenden Sera beruhende Erscheinung handeln, da ja die beiden andern mit den gleichen Antitoxindosen derselben Sera injizierten Meerschweinchen dadurch vor dem akuten Tode geschützt worden waren.

Daß derartige individuelle Verschiedenheiten hinsichtlich der stärkeren Empfindlichkeit einzelner Versuchstiere für die Toxinwirkung bei Meerschweinchen bei Heilversuchen mit längerem Intervall zwischen Vergiftung und Heilserumgabe häufiger in Erscheinung treten können, während sie sich nach Zuführung der im allgemeinen ausreichenden Serumheildosis kürzere Zeit nach der Giftinjektion nicht in dieser Weise geltend machen, haben wir auch sonst bei einigen nicht ausführlicher wiedergegebenen Versuchen mit 3stündigem Intervall zwischen Gift- und Serumapplikation beobachtet. Es handelte sich aber auch hier um Fälle, bei denen von mehreren mit derselben Antitoxindosis des gleichen Serums gespritzten Tieren eines oder das andere ausfiel, nicht aber um abweichende Ergebnisse zwischen verschiedenen Seris, welche etwa einen Schluß entsprechend der Auffassung von Kraus und Schwoner zugelassen hätten. Vielmehr geht es aus allen unseren Versuchen übereinstimmend hervor, daß bei der von uns angewandten Versuchsanordnung sowohl bei 1stündigem, wie bei 2- und 3stündigem Intervall zwischen Gift- und Serumgabe bei allen geprüften Seris gleiche Antitoxinmengen auch die gleiche therapeutische Kraft entfalteten.

Erscheinungen, welche im Sinne von Kraus und Schwoner zu deuten gewesen wären und auf eine Abhängigkeit der Heilwirkung der Sera von der Avidität ihrer Antitoxine hingewiesen hätten, haben sich bei unseren Versuchen nicht bemerkbar gemacht.

Auf die Frage, ob überhaupt die Avidität der Antitoxine bei der Bindung von Gift und Antitoxin eine Rolle spielt, soll hier nicht näher eingegangen werden. An sich würde ja ein Grund gegen diese Annahme, sofern man die Avidität als eine den Antigenen und Antikörpern allgemein zukommende Eigenschaft aufzufassen geneigt ist, nicht vorliegen. Nach Untersuchungen, die von Müller u. a. hauptsächlich an Agglutininen ausgeführt worden sind, soll ja — im Gegensatz zu dem von Kraus für die Diphtherieheilsera angenommenen Verhalten — im allgemeinen die Avidität der Antikörper der Wertigkeit der Sera parallel gehen. Diese Befunde lassen sich aber mit den Untersuchungen über das Verhalten von Toxin und Antitoxin insofern wohl nicht direkt in Parallele stellen, als die Feststellung der „Avidität" der Agglutinine auf Grund ganz anderer Methoden versucht wurde (Bestimmung der „Absorptionsquotienten", Abspaltungsversuche).

Wenn schließlich Kraus und Schwoner in ihrer letzten Mitteilung, wie erwähnt, auch über einige zur Stütze ihrer Auffassung an Meerschweinchen mit Diphtheriebazillen ausgeführte Versuche berichten, so sind zwar derartige Untersuchungen mit Verwendung von Bakterien zur Klärung der Frage über die Bedeutung der Avidität der Antitoxine für den Heilwert der Diphtheriesera nicht geeignet, da in diesem Falle nicht nur die antitoxische Wirkung der Sera, sondern auch ihre antibakteriellen Eigenschaften zu berücksichtigen sind. Sie führen aber zu einer andern, in diesem Falle von Kraus und Schwoner nicht angeschnittenen, wichtigen Frage, ob nämlich nicht für die spezifische Therapie der Diphtherie außer der antitoxischen Kraft der Heilsera auch antibakterielle Eigenschaften derselben in Betracht kommen und für die Heilwirkung vorteilhaft ausgenutzt werden können.

Diese schon früher von Roux (3), Wassermann (16), Martin (17), Bandi (18) u. a. aufgeworfene Frage hat durch eine Reihe von Arbeiten der letzten Jahre, welche sich mit der antiinfektiösen Wirkung der Diphtheriesa befaßten, aktuellere Bedeutung gewonnen.

Übereinstimmend konnte von verschiedenen Autoren wie von Bandi (18), Menabuoni (19), Sauerbeck (20), Tunicliff (21) sowie v. Gruber und Ohkubo (22) eine phagocytosebefördernde Wirkung der auf ihre antiinfektiöse Eigenschaften untersuchten Diphtheriesera nachgewiesen werden, die nach den letztgenannten Autoren auf komplex gebauten Immunstoffen, auf Immunopsoninen beruhte und deshalb auf komplementhaltige Sera beschränkt war bezw. bei inaktiven Seris nur bei Zusatz von Komplement eintrat. Die Untersuchungen von Ohkubo beanspruchen dabei insofern ein besonderes allgemeines theoretisches Interesse, als die von ihm untersuchten Sera zwar Immunopsonine aber keine Tropine und keine bakteriziden Ambozeptoren enthielten.

In einer kürzlich erschienenen Arbeit wurde von Lindemann (23) ferner gezeigt, daß hochwertige antibakterielle Diphtheriesera außer Immunopsoninen auch thermostabile, spezifische Tropine enthalten und auch in inaktivem Zustande eine erhebliche phagocytäre Wirkung entfalten, welche außerdem durch Komplementzusatz noch weiter beträchtlich verstärkt werden kann. Auch bei diesen Seris fehlen aber, wie Lindemann feststellte, trotz ihres hohen Gehaltes an Tropinen und Immunopsoninen bakterizide Ambozeptoren vollkommen. Es würden nach diesen Untersuchungen somit für eine antibakterielle Wirkung der Diphtheriesera, da den bei ihnen ebenfalls festgestellten Agglutinen ein Heileffekt kaum zuzuerkennen ist, speziell die phagocytosebefördernden Antistoffe in Betracht kommen.

v. Gruber und Ohkubo haben auch bereits der Ansicht Ausdruck gegeben, daß für die therapeutische Wirkung der Diphtherieheilsera ihre phagocytosebefördernden Immunstoffe von Bedeutung sind. Dann würde es allerdings, worauf von Lindemann bereits hingewiesen ist, notwendig sein, wenn man auch die phagocytäre Wirkung der Diphtheriesera bei der Serumbehandlung verwerten will, dazu solche Sera zu verwenden, welche nicht nur auf ihren antitoxischen Wert, sondern auch auf ihren Gehalt an den betreffenden Antistoffen genau geprüft sind.

Digitized by Google

Nach neuerdings von Martin, Prevot und Loiseau (24) mitgeteilten Angaben sollen antibakterielle Diphtheriesera klinisch eine bessere Wirkung entfalten als rein antitoxische Sera, welche trotz höheren antitoxischen Wertes die Diphtheriemembranen nicht in der Weise zum Verschwinden bringen, als schwächer antitoxische aber gleichzeitig antibakteriell wirkende Sera.

Es wäre daher unseres Erachtens wohl angezeigt, auch dieser Frage, ob den antibakteriellen Stoffen des Diphtherieserums neben den antitoxischen noch etwa eine besondere therapeutische Wirkung zukommt, künftighin Beachtung zu schenken, zu ihrer Entscheidung bei Heilversuchen aber nur solche Sera zu verwenden, welche auch auf ihren Gehalt an Tropinen und Immnunopsoninen, als den für die antiinfektiöse Wirkung der Sera in Betracht kommenden Immunstoffen, genau ausgewertet sind.

Literatur.

1. Ehrlich, Die Wertbemessung des Diphtherieheilserums und deren therapeutische Grundlagen. Klinisches Jahrbuch 1897, Bd. VI.
2. Roux, X. Internationaler Kongreß für Hygiene und Demographie. Paris 1900.
3. Ehrlich, ebenda.
4. Marx, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten Bd. 38.
5. Cruveilhier, Annales de l'Institut Pasteur 1904 und 1905.
6. Steinhardt und Banzhaf, Journal of infect. diseases V, 203. 1908.
7. Belfanti, Zentralbl. f. Bakteriol. Orig. Bd. 47, 1908.
8. Kraus, ebenda Bd. 34, 1903.
9. Kraus und Pribram, ebenda 1906.
10. Kraus und Russ, ebenda 1907.
11. Kraus und Doerr, ebenda 1906.
12. Kraus und Schwoner, ebenda Bd. 52, 1908 und Kraus, Wiener klin. Wochenschr. 1908, Nr. 28.
13. Brüstlein, Arbeiten aus dem Institut zur Erforschung der Infektionskrankheiten in Bern 1909, Heft 3.
14. Berghaus, Zentralbl. f. Bakteriol. Bd. 48, 1908. Bd. 49, 1909 und Bd. 50, 1909.
15. Kraus und Schwoner, Zeitschr. f. Immunitätsforschung 1909, Bd. II.
16. Wassermann, Deutsche mediz. Wochenschr. 1902.
17. Martin, Compt. rend. soc. biolog. 1903, Nr. 17.
18. Bandi, zit. nach Ohkubo.
19. Menabuoni, Zeitschr. f. Immunitätsforsch. Ref. Bd. I.
20. Sauerbech, Zeitschr. f. Immunitätsforschung Bd. 3, S. 731.
21. Tunicliff, Journal of infect. diseases, Bd. 5, 1908.
22. Ohkubo, Zeitschr. f. Immunitätsforschung Bd. 4, 1910, S. 1.
23. Lindemann, Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 36, Heft 2, S. 163.
24. Martin, Prevot und Loiseau, Soc. biol. Bd. 39, S. 56, 1910.

Beitrag zur Kenntnis der Pneumokokkeninfektion.

Von

Oberarzt **Dr. Ernst Aug. Lindemann,**

kommandiert zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Die Theorie der bakteriellen Infektion ist in mehreren Arbeiten von Radziewsky eingehend behandelt worden. In der zuerst erschienenen Arbeit (Zentralblatt für Bakteriologie Band 26) ist der Prozeß der tödlichen Infektion durch das Bacterium coli erforscht. Radziewsky kommt dabei zu dem Schluß, daß die tödliche Infektion beim Meerschweinchen durch 2 entgegengesetzte Prozesse bedingt wird, einerseits durch die Vermehrung, anderseits durch Auflösung der Mikroben. Das dabei entstandene Bakteriengift bewirke den tödlichen Ausgang der Infektion. Sowohl bei der natürlichen wie bei der erworbenen Immunität findet man Mikroorganismen innerhalb der Leukozyten. Die Zahl dieser intrazellulären Mikroben sei jedoch unbedeutend im Verhältnis zu den sich außerhalb der Zelle auflösenden. In einer im Band 38 derselben Zeitschrift erschienenen Arbeit spricht der Autor sich in ähnlicher Weise dahin aus, daß die Auflösung fast ausschließlich in den Säften des Organismus stattfinde.

Bei der tödlichen Infektion bildeten die Zellen im Organismus, vielleicht die Lymphozyten, die die Bakterien zerstörenden Substanzen; durch deren Wirkung (Abtötung, Auslaugung und Auflösung der Bakterien) werde das Bakteriengift löslich und bewirke so die tödliche Vergiftung.

In einer weiteren Arbeit „Beiträge zur Kenntnis des Bacterium coli" (Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten Band 34) beschäftigt sich Radziewsky eingehend mit der Frage, wie weit die agglutinierenden Sera spezifisch sind für die einzelnen Repräsentanten der Koligruppe. Daneben bespricht er wiederum die Prozesse der Infektion und der Immunität und gelangt dabei im wesentlichen zu den gleichen Schlüssen, wie in der an erster Stelle genannten Arbeit. Endlich führt Radziewsky in einer sehr ausführlichen Arbeit „Untersuchungen zur Theorie der bakteriellen Infektion" (Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten Band 37) aus, daß eine Reihe von Erkrankungen auf die bei Auflösung der Bakterienzellen entstehenden Bakteriengifte zurückzuführen sind. Radziewsky vertritt auch hier wie in seinen anderen Arbeiten die Ansicht, daß neben der Vermehrung der Mikroorganismen regelmäßig zugleich ein Absterben stattfinde. Um zu ermöglichen, daß im gefärbten Präparate aus dem infizierten Tier neben den normalen unveränderten Mikroorganismen

Digitized by Google

auch die im Absterben begriffenen und degenerierten Formen sichtbar werden, färbt Radziewsky eine Stunde lang bei Zimmertemperatur mit einer 1:30 verdünnten Ziehlschen Karbolfuchsinlösung; nachdem er mit dieser Methode die Degenerationsformen bei Bacterium coli beobachtet hatte, studierte er die tödlichen Infektionen durch Choleravibrionen, Bacillus pyocyaneus, Pneumokokken, Milzbrand, Typhus und Streptokokken. Die Pneumokokkenuntersuchungen machte Radziewsky in der Weise, daß er die Mikroben unter die Haut an der inneren Seite des Ohrs eines Kaninchens injizierte; schon nach einigen Stunden bildete sich eine weiche teigige Geschwulst, die so zunahm, daß das Ohr 3 bis 4fach vergrößert wurde. In dem dabei gebildeten Exsudat sah Radziewsky stets zahlreiche degenerierte Pneumokokken neben normalen. Sie stellten sich dar als scheibenförmige Gebilde oder ausgezogene hufeisenförmige Formen oder auch Körperchen von ganz unregelmäßiger Gestalt, einzelne punktförmige Körnchen und leere Kapseln. Radziewsky stellt an diesen Übergangsformen die Zerstörung der Mikroorganismen fest; auch im peritonealen Exsudat ließ sich, wenn die Untersuchung gleich nach dem Tode des Tieres vorgenommen wurde, eine Mikrobenzerstörung feststellen; hier ließ jedoch die Kapselfärbung im Stich. Radziewsky ist der Ansicht, daß die Zerstörung der Mikroben ausschließlich außerhalb der Zellen in den Säften des Organismus vor sich gehe; die Zahl der von den Phagozyten aufgenommenen Mikroorganismen sei gegenüber den außerhalb der Zellen in den Säften des Organismus zerstörten verschwindend klein. Die bakteriziden Stoffe bereiteten die Zellen des infizierten Organismus. Die Zerstörung der Bakterien sei namentlich bedeutend in der 2. Hälfte der Infektion. Radziewsky erklärt diese große Zerstörung der Mikroorganismen in der 2. Hälfte der Infektion durch eine Steigerung der bakteriziden Kräfte, hervorgerufen durch die sich vermehrenden Bakterien.

Zu etwas anderen Ergebnissen kam Kisskalt, (Zeitschrift für Hygiene Bd. 45), welcher der Phagozytose eine große Bedeutung bei der Vernichtung zahlreicher Bakterien zuspricht und glaubt, daß Radziewsky die zellulären Vorgänge deswegen zum Teil übersehen habe, weil dieselben im gefärbten Ausstrichpräparat viel weniger zu Tage treten als in Schnitten. Bei der Infektion mit virulenten Pneumokokken, die uns im folgenden hauptsächlich beschäftigen, spielt jedoch die Phagozytose kaum eine Rolle. Hier hat Kisskalt in einigen Fällen die von Radziewsky beschriebenen Degenerationsformen in dem erysipelatös geschwollenen Kaninchenohr bestätigen können.

Im folgenden haben wir speziell die Befunde Radziewskys an virulenten Pneumokokken nachgeprüft. Gerade die Versuche mit hochvirulenten Bakterien haben ja insofern besonderes Interesse, als nur diese (die „echten Parasiten" nach Bail) für die natürliche Infektion in Betracht kommen. Wir stimmen mit Radziewsky darin überein, daß künstliche Infektionen mit Choleravibrionen und Typhusbazillen in vieler Hinsicht ganz unnatürliche Verhältnisse geben.

Es war auch deswegen von Interesse, die Untersuchungen Radziewsky nachzuprüfen, weil sich seither die Anschauungen über die Rolle der Phagozytose bei der Immunität in ganz anderer Weise geklärt haben, als Radziewsky sich vorstellte. Die von ihm abgetan geglaubte Lehre darf jetzt für gewisse Fälle als völlig gesichert gelten. Anderseits ist die von ihm beobachtete starke extrazelluläre Auflösung nicht

Digitized by Google

widerlegt. Wie ist sie in Einklang zu bringen mit der von Neufeld vertretenen, in der letzten Arbeit von Ungermann eingehend dargelegten Annahme, daß die Vernichtung der Pneumokokken (bei der Maus und beim Kaninchen) nur in der Zelle zu beobachten ist und daß an Serumstoffen nur solche in Betracht kommen, die die Aufnahme in die Phagozytose vermitteln?

Und wie gering erscheinen quantitativ die Leistungen tropinhaltiger Sera und der Phagozytose im Vergleich zu den von Radziewsky beschriebenen bakteriziden Kräften der Körpersäfte. Um z. B. 0,1 einer virulenten Kultur im Tierkörper unschädlich zu machen, ist schon ein starkes Immunserum nötig, die Zerstörung in den Phagozyten verläuft dabei ziemlich langsam, in den Säften scheinen dagegen nach Radziewsky auch hochvirulente Kokken in großen Mengen und offenbar sehr schnell zu zerfallen.

Bei der Nachprüfung der Radziewskyschen Versuche benutzten wir 3 Stämme und zwar die beiden hochvirulenten Stämme „Pn I“, und „Franz“ und den weniger virulenten Stamm „Gössler“.

Wir infizierten die Kaninchen an der Innenseite des Ohres möglichst nahe der Spitze teilweise mit einer Öse Herzblut aus einer frisch getöteten Pneumokokkenmaus oder wir injizierten, und dies geschah in den meisten Fällen, $^1/_{100}$ und $^1/_{10000}$ ccm einer Bouillonkultur. Einmal gingen wir bis zu der Verdünnung von $^1/_{100000}$ ccm, ohne indessen mit dem sonst sehr virulenten Stamm Pn. I eine Infektion zu erzielen. In einem Fall injizierten wir bei einem weniger virulenten Stamm die Reinkultur in der Menge von 0,2 ccm subkutan an der Spitze des Ohres. Einmal wurde auch zum Vergleich einem Kaninchen 1,0 ccm Pneumokokkenbouillon intraperitoneal injiziert.

Ferner wurden einige Versuche an Mäusen gemacht. Die Impfung der Mäuse erfolgte durch intraperitoneale Injektion von 0,1 ccm Bouillonkultur oder das im Exsikkator getrocknete infektiöse Material wurde in beliebiger Menge subkutan eingespritzt. Schließlich haben wir noch bei einigen Meerschweinchen, die zufällig an einer Stallinfektion mit Pneumokokken eingegangen waren, bei der Sektion Ausstrichpräparate aus dem Blut, der Bauchhöhle und einigen Organen angefertigt; bei dieser Tierart, die sich den Pneumokokken gegenüber ja ganz anders wie das Kaninchen oder die Maus verhält, haben wir jedoch keine systematischen Untersuchungen über den Gang der Infektion gemacht.

Die von Radziewsky beschriebenen schweren Erkrankungserscheinungen am Kaninchenohr konnten wir nur selten feststellen; die lokalen Erscheinungen waren meist geringer und traten langsamer auf, als bei Radziewsky. In den Fällen, in denen der lokale Befund sehr ausgeprägt war, war das schwer herabhängende Ohr so angeschwollen, daß es 2—4 mal so groß erschien, wie das gesunde; es fühlte sich heiß an, die Gefäße waren stark injiziert. Die Tiere machten in diesem Stadium immer einen schwerkranken Eindruck. Meist war es so, daß in den ersten 12 Stunden kaum eine Schwellung festgestellt werden konnte; allerdings fühlte sich das kranke Ohr immer etwas heißer an. Versuche, in den ersten 12 Stunden Exsudat zu entnehmen, waren immer erfolglos; meist waren zur Bildung eines Exsudates 14—18 Stunden nötig. Die Entnahmen wurden so lange fortgesetzt, als die Tiere am Leben blieben.

Der Tod erfolgte nach 24 bis 48 Stunden, auch dann, wenn sich, wie wir es in einigen Fällen sahen, am Ohre keine typischen Krankheitserscheinungen nachweisen ließen. Das Exsudat war stets hell, ohne Flocken, bisweilen blutig.

Wir färbten die Präparate nach der Vorschrift von Radziewsky mit einer 1 : 30 verdünnten Karbolfuchsinlösung. Ob die Präparate vorher fixiert werden oder nicht, blieb für das Resultat belanglos; ebensowenig gab eine länger als eine Stunde fortgesetzte Färbung andere Resultate. Neben der Färbung mit Karbolfuchsin machten wir in allen Fällen noch eine Kontrollfärbung mit gewöhnlicher Löfflerscher Methylenblaulösung; öfter wandten wir auch die Burrische Tuschemethode mit nachträglicher Färbung an. Die Methode ist insofern von Vorteil, als sie auch in den Fällen, wo die Kapselfärbung versagt, noch gestattet, degenerierte Formen leicht aufzufinden.

Unsere Resultate waren die, daß wir nur einmal Radziewskys Befunde im infizierten Kaninchenohr vollkommen bestätigen konnten und zwar in Versuch 3. Vermutlich hängt dieser Unterschied mit der geringen und langsam sich entwickelnden Ohrschwellung bei unserer Kultur zusammen. Die von Radziewsky benutzte Kultur verursachte offenbar meist stärkere und schneller auftretende Erkrankungen.

Vereinzelte Degenerationsformen fanden wir in Versuch 6 und 9, im ersteren spärlicher, im letzteren reichlicher; einmal im Versuch 4 konnten wir aus einem Organabstrich beim Kaninchen Degenerationsformen nachweisen; das Tier war in diesem Falle intraperitoneal gespritzt. In 5 Fällen konnten wir aus dem Ohr Exsudat entnehmen, welches wohl Pneumokokken, aber keine Degenerationsformen enthielt (Versuch 2, 4, 5, 7, 8). Exsudat ohne Pneumokokken war nie zu erhalten. Zweimal trat überhaupt keine Schwellung oder Exsudatbildung auf (in Versuch 1 und 2 beim Tier mit der kleineren Dosis).

Was die Versuchsresultate bei den Mäusen anlangt, so fanden wir beim Versuch 1 in den Organabstrichen keine deutlichen Degenerationsformen; in einem Fall (Versuch 3) konnten wir Degenerationsformen feststellen, zweimal (Versuch 2 und 4) fehlten sie vollständig.

Während die Versuche im Gange waren, hatten wir außerdem Gelegenheit in 6 Fällen aus den Organen von Meerschweinchen, welche an Pneumokokkensepsis eingegangen waren, Abstriche zu untersuchen. Pneumokokken waren stets in sehr reichlicher Anzahl vorhanden, Degenerationsformen nach Radziewsky konnten wir indessen nur einmal in geringer Zahl feststellen.

Es folgen nun auszugsweise die Protokolle über die Versuche an Kaninchen und Mäusen.

I. Versuche an Kaninchen.

Versuch 1. Zwei Kaninchen werden mit je einer Öse Herzblut einer kurz vorher getöteten Maus subkutan am Ohr injiziert (Stamm „Franz"). Nach 24 Stunden beide Kaninchen tot; am Ohr keine Schwellung; in den Organabstrichen keine, im Herzblut in mäßiger Zahl Pneumokokken ohne Degenerationsformen. Aus den Ohren der toten Tiere ist kein Exsudat zu erhalten.

Versuch 2. Kaninchen A erhält $^{1}/_{100}$ ccm Bouillon subkutan ins Ohr, Kaninchen B $^{1}/_{10000}$ ccm (Stamm Pn. I). Kaninchen A erhält außerdem in das andere Ohr eine Öse Herzblut

Digitized by Google

einer Pneumokokkenmaus. Nach 24 Stunden bei A geringe Schwellung beider Ohren; aus dem mit $^1/_{100}$ injizierten Ohr läßt sich eine Spur blutiges Sekret entnehmen, in dem Pneumokokken ohne Degenerationsformen nachzuweisen sind. Aus dem andern Ohr ist kein Exsudat zu erhalten. Bei Kaninchen B kein krankhafter Befund. Kaninchen A nach 48 Stunden tot. Kaninchen B nach 18 Stunden tot. Im Herzblut aus Milzabstrich mäßig zahlreiche Pneumokokken, keine deutlichen Degenerationsformen, teilweise gute Kapselfärbung.

Versuch 3. Zwei Kaninchen erhalten die gleiche Dosis wie in Versuch 2 (Stamm Pn. I). Da nach 48 Stunden noch keinerlei Schwellung, Wiederholung der Injektion; nach 18 Stunden war das Ohr bei beiden Kaninchen stark geschwollen. In den Präparaten fanden sich neben gut erhaltenen Pneumokokken Scheibchen und unregelmäßige Formen, die teilweise gequollen erschienen, außerdem zahlreiche „Schatten" von Kokkenketten sowie leere Kapseln und Kapseln, in denen Überreste von Kokken lagen; daneben halbmondförmige Scheibchen. In den Präparaten nach 24 Stunden fanden sich diese Degenerationsformen bedeutend vermindert. Nach 48 Stunden waren beide Kaninchen tot. In den Abstrichen von Milz und Leber fanden sich an einigen Stellen Pneumokokken in Haufen, mitunter unregelmäßige Gebilde und schattenhafte Formen, im Blut mäßig zahlreiche Pneumokokken und einige leere Kapseln, im Peritoneum ebenfalls einige Degenerationsformen bei guter Kapselfärbung.

Versuch 4. Ein Kaninchen erhält 1,0 ccm Pn. I einer 24stündigen Bouillonkultur intraperitoneal. Tod nach 18 Stunden ohne ausgeprägte Krankheitserscheinungen. Im Abstrich aus der Milz unregelmäßig gefärbte Pneumokokken, einzelne hufeisenförmige Gebilde und leere Kapseln. Im Peritoneum keine deutlichen Degenerationsformen, wenig Pneumokokken, ebenso im Herzblut. In der Leber viele blasse Scheibchen und leere Kapseln neben unregelmäßig erscheinenden Formen.

Zugleich erhielt ein Kaninchen eine Öse Herzblut einer Maus subkutan ins Ohr; im Exsudat vereinzelte Pneumokokken ohne Degenerationsformen.

Versuch 5. Subkutane Injektion in das Ohr. Kaninchen A $^1/_{100}$ ccm, B $^1/_{10000}$ ccm. Das erstere Kaninchen ist in der Nacht ohne deutliche Krankheitserscheinungen eingegangen. Das Ohr war nur mäßig geschwollen. Das Kaninchen B hatte nach ca. 18 Stunden eine starke Schwellung des Ohres. Das Exsudat wurde an der Stelle des stärksten Ödems entnommen; es enthält mäßig reichliche Pneumokokken ohne Degenerationsformen; bei der Entnahme nach 20 Stunden derselbe Befund. Das Tier ging 22 Stunden nach der Impfung ein; auch in den Organabstrichen konnten keine sichereren Degenerationsformen festgestellt werden.

Versuch 6. Kaninchen A erhält $^1/_{10000}$ ccm Reinkultur Pn. I subkutan in das Ohr, Kaninchen B $^1/_{20000}$. Von beiden Tieren wurde nach 18, 20, 22, 24, 40 Stunden Exsudat aus den stark ödematös geschwollenen Ohren entnommen; es fanden sich durchweg gut erhaltene Pneumokokken, daneben vereinzelte Degenerationsformen. Kaninchen B ging nach zwei Tagen ein; im Herzblut fanden sich Pneumokokken in großer Zahl, einzelne degeneriert. Kaninchen A ging nach drei Tagen ein; auch hier ließen sich im Herzblut Pneumokokken feststellen, die nicht degeneriert erschienen.

Versuch 7. Ein Kaninchen erhält 0,2 Reinkultur Stamm „Gößler" in das Ohr subkutan. Nach 6 Stunden noch keine Veränderung, nach 14 Stunden Ohr etwas geschwollen und gerötet. Bei der Entnahme seröses Exsudat mit vereinzelten Pneumokokken ohne Degenerationsformen. Das Tier starb nach 4 Tagen; die Krankheitserscheinungen am Ohr hatten nicht zugenommen.

Versuch 8. Ein Kaninchen erhält $^1/_{500}$ ccm Reinkultur Stamm „Franz" subkutan in das Ohr. Nach 24 Stunden war eine mäßig starke Schwellung des Ohres aufgetreten mit geringer Exsudatbildung. Im Exsudat waren spärlich Pneumokokken ohne Degenerationsformen. Das Tier lebte noch 9 Tage nach der Injektion; die Schwellung des Ohres hatte in dieser Zeit stets zugenommen, so daß das Ohr schließlich etwa viermal so groß wie normal erschien; es wurden aus dem sehr reichlichen Exsudat täglich Entnahmen gemacht. Der Befund war immer der gleiche; wir fanden stets vereinzelte Pneumokokken ohne deutliche Degenerationsformen.

Versuch 9. Kaninchen A erhält $^1/_{500}$, Kaninchen B $^1/_{1000}$ Reinkultur Stamm „Franz". Nach 24 Stunden starke Schwellung und Ödem bei beiden Tieren; sehr viel Exsudat mit massenhaften Pneumokokken. Im Präparat neben vielen gut erhaltenen Formen einzelne schattenhafte und halbmondförmige Gebilde, an einigen Stellen unregelmäßig aussehende Kokken, sowie leere

Kapseln; nach 48 Stunden hatte die Schwellung bedeutend zugenommen, ebenso die Menge des Exsudates; jedoch waren die Pneumokokken an Zahl bedeutend geringer. Vereinzelte Degenerationsformen konnten auch hier festgestellt werden. Kaninchen A ging nach 2 Tagen, Kaninchen B nach 5 Tagen ein. Es fanden sich bei beiden Tieren im Herzblut einige gut erhaltene Pneumokokken.

II. Versuche an Mäusen.

Versuch 1. Untersuchung von Organabstrichen von einer 24 Stunden vorher subkutan mit Stamm Pn. I geimpften Maus. In Präparaten aus dem Herzblut erschienen die Pneumokokken vielfach schattenhaft; außerdem fanden sich einzelne Scheiben. Abstriche von Milz, Leber und Peritoneum zeigten einzelne leere Kapseln ohne deutliche Degenerationsformen. Im Peritonealexsudat, das der Maus entnommen war, waren keine deutlichen Degenerationsformen vorhanden.

Versuch 2. Einer Maus wurden 0,1 ccm Reinkultur Stamm Pn. I intraperitoneal injiziert; in dem nach 2, 3, 18 und 20 Stunden entnommenen Peritonealexsudat fanden sich in allen Präparaten sehr zahlreiche Pneumokokken ohne Degenerationsformen.

Versuch 3. Injektion wie bei Versuch 2. Neben unfixierten Präparaten wurden hier Kontrollfärbungen gemacht nach vorheriger Fixierung mit Formalin bezw. Alkohol; einzelne Degenerationsformen ließen sich in allen Präparaten nachweisen; bei den mit Formalin fixierten außerdem noch gute Kapselfärbung.

Versuch 4. Injektion wie bei Versuch 2. Im Peritonealexsudat, ferner in den Organabstrichen und im Herzblut mäßig zahlreiche Pneumokokken ohne Degenerationsformen.

Da nach Radziewsky auch bei abgetöteten Pneumokokken die gleichen Degenerationsformen auftreten, machten wir auch diesbezügliche Versuche. Hier erhielten wir ganz andere Resultate. Wir injizierten sehr große Dosen. Die je 100 ccm haltenden Bouillonkölbchen wurden nach 24stündiger Bebrütung abzentrifugiert, die Pneumokokken im Brutschrank bei 60° während 2—3 Stunden abgetötet und das Zentrifugat von 100 ccm Bouillon einer Maus intraperitoneal, das von 100 ccm einem Kaninchen intraperitonal und das von 50 ccm dem gleichen Kaninchen in das Ohr subkutan injiziert. Am Kaninchen wurde außer einer geringen Schwellung des Ohres nichts Krankhaftes nachgewiesen. Die Maus starb nach 48 Stunden. Die Entnahmen wurden nach $^1/_2$, $1\,^1/_2$, 3 und 48 Stunden gemacht. Das peritoneale Exsudat aus dem Kaninchen enthielt nach $^1/_2$ Stunde massenhafte Pneumokokken, einzelne Degenerationsformen, keine Zellen, nach $1\,^1/_2$ Stunden waren wenige nicht degenerierte Zellen zu sehen, nach 3 Stunden sehr viele, die nach 48 Stunden alle im Zerfall begriffen waren. Pneumokokken sahen wir bei den ersten drei Entnahmen aus dem Peritoneum sehr zahlreich, nach 48 Stunden ziemlich wenig, in den Präparaten nach $^1/_2$ Stunde fanden sich mäßig viele, in denen nach $1\,^1/_2$ und 3 Stunden sehr reichliche Degenerationsformen; die Befunde in dem Kaninchenohr waren ähnlich, auch hier fanden sich stets die Degenerationsformen, doch waren die Zellen an Zahl bedeutend geringer. Bei der Maus waren die Resultate insofern anders, als hier schon bei den ersten Entnahmen sehr viele Zellen vorhanden waren, die man schon nach 3 Stunden nicht mehr feststellen konnte. Dieser Versuch mit den abgetöteten Pneumokokken wurde an einem Kaninchen und zwei Mäusen wiederholt, wobei wir der zweiten Maus die halbe Dosis, nämlich das Zentrifugat von 50 ccm Bouillon, injizierten und 5 Entnahmen machten, nach $^1/_2$, $1\,^1/_2$, 3, 24 und 48 Stunden. Wir fanden fast in allen Präparaten, soweit überhaupt noch Exsudat zu bekommen war, Degenerationsformen; überall sehr wenig Leukozyten, nirgends Phagozytose. Im Peritonealexsudat des Kaninchens waren nach $^1/_2$ Stunde neben vielen gutgefärbten

nur wenige in Auflösung begriffene Pneumokokken nachzuweisen, nach 1½ Stunden waren die letzteren Formen schon zahlreicher und nach 3 Stunden sah man in jedem Gesichtsfeld recht zahlreiche degenerierte Formen. Dieser Befund war am deutlichsten nach 24 Stunden; die Degenerationsformen waren die typischen von Radziewsky beschriebenen. Die Reste der Kokken bildeten ineinanderlaufende ganz blaßgefärbte Ketten, die an manchen Stellen ein bandartiges Aussehen hatten; außerdem zeigte das Präparat ziemlich viele Leukozyten mit stark gekörntem Protoplasma. Nach 48 Stunden waren keine deutlichen Pneumokokken mehr nachzuweisen. Die Präparate aus dem Ohrexsudat zeigten ähnliche Bilder, nur waren die Pneumokokken naturgemäß viel zahlreicher; bei den nicht degenerierten Formen war bisweilen deutliche Kapselfärbung vorhanden. Nach 24 Stunden waren beinahe alle Pneumokokken in Degeneration begriffen; die Auflösung war an einzelnen Stellen so stark, daß es zweifelhaft erschien, ob es sich überhaupt noch um Reste der Kokken und nicht etwa um Niederschläge handelte. Auch aus dem Ohr war nach 48 Stunden kein Exsudat mehr zu bekommen.

Die Präparate aus den Mäusen zeigten das gleiche Bild wie im ersten Versuch; die Degeneration geht aber bei Mäusen offenbar schneller vor sich als bei Kaninchen und da außerdem die den Mäusen injizierte Dosis relativ sehr viel größer war, so zeigten die Präparate eine Fülle dicht nebeneinanderliegender Kokken in den verschiedenen Stadien der Auflösung.

Diese Beobachtungen geben uns neben den schon erwähnten Ergebnissen der Burri-Methode mit nachträglicher Färbung die Sicherheit, daß uns in den Versuchen mit lebenden Pneumokokken die Auflösungserscheinungen nicht etwa infolge ungenügender Kapselfärbung entgangen sind. Wir glauben sogar, daß wenigstens beim Auftreten reichlicher Degenerationsformen weder eine Kapselfärbung noch die spezielle von Radziewsky angegebene Fuchsinfärbung notwendig ist, um die Auflösung festzustellen. Wir machten bei den Versuchen mit den abgetöteten Pneumokokken durchweg die Beobachtung, daß bei den ersten Entnahmen, also solange die Degeneration noch nicht sehr weit fortgeschritten ist, die gewöhnliche Färbung mit Löfflerschem Methylenblau bessere Resultate lieferte, wie die Färbung nach Radziewsky; in den letzten Stadien der Auflösung gibt dagegen umgekehrt die Fuchsinfärbung deutlichere Bilder, indem sie noch Formen zeigt, die bei Methylenblaufärbung nicht mehr deutlich zu erkennen sind.

Das Kaninchen hat die doppelte Injektion mit den abgetöteten Pneumokokken gut ertragen; auch die Mäuse starben nicht, also kann die Giftwirkung trotz der reichlichen Dosis nicht sehr groß gewesen sein. Die beiden Mäuse wurden nach 24 Stunden getötet; es fanden sich in den Organabstrichen nur vereinzelte Pneumokokken; sichere Degenerationsformen ließen sich hier nicht nachweisen. Dagegen fanden sich in der Peritonealflüssigkeit noch vereinzelte Kokken im vorgeschrittensten Stadium der Degeneration, offenbar dicht vor der völligen Auflösung. Bis auf geringe Reste sind also die injizierten Keime in verhältnismäßig geringer Zeit aufgelöst worden.

Berücksichtigt man nun die quantitativen Verhältnisse, so ergibt sich, daß die in 50—100 ccm unserer (recht dicht gewachsenen) Serumbouillonkultur enthaltenen Pneumokokken, die abgetötet injiziert und im Organismus schnell aufgelöst wurden,

für eine Maus von etwa 15 g zum mindesten nicht eine sicher tödliche Giftdosis darstellen. Ob aber derartige Mengen im Laufe einer natürlichen Infektion, die etwa in 24 Stunden zum Tode führt, überhaupt zur Auflösung kommen könnten, falls wir einmal annehmen wollen, daß die Vorstellungen Radziewskys wirklich allgemein zutreffen, erscheint doch sehr fraglich. Hierzu müßten sich im Blut und in den Geweben der Maus in 24 Stunden 3—6 mal soviel Pneumokokken wie in einer gleich großen Gewichtsmenge unserer Nährflüssigkeit entwickeln und dann zur Auflösung kommen. Erscheint schon diese Berechnung (die allerdings voraussetzt, daß die Endotoxine, wie das von Pfeiffer für Cholera und Typhus gefunden wurde, durch vorsichtiges Abtöten der Bakterien nicht wesentlich geschädigt werden) wenig geeignet, die Anschauungen Radziewskys zu stützen, so ist es wohl völlig ausgeschlossen, daß so enorme Mengen degenerierender Kokken, gleichviel bei welcher Färbung, der Beobachtung entgehen könnten.

Durch welche Kräfte des Organismus die abgetöteten Kokken so schnell aufgelöst werden, muß vorläufig dahingestellt bleiben; in einigen Versuchen gelang es uns nicht, ähnliche Auflösungserscheinungen an den in gleicher Weise bei 60° abgetöteten [1]) Pneumokokken in vitro zu beobachten.

Wir brachten je drei große Ösen von dem Zentrifugat eines 100 ccm-Kölbchens in 1 ccm aktives und inaktives Kaninchenserum, sowie aktives und inaktives Meerschweinchenserum und zur Kontrolle in Kochsalzlösung. Bei den Entnahmen, die wir zu den gleichen Zeiten, wie in dem vorhergehenden Tierversuch machten, gelang es nie, Degenerationsformen festzustellen, weder bei den 15 Minuten lang im Dampftopf abgetöteten Kokken, noch bei denen, die in gewöhnlicher Weise bei 60° abgetötet wurden.

Das Gesamtresultat der Untersuchungen geht dahin, daß die von Radziewsky beschriebenen typischen Vorgänge bei progredienter Pneumokokkeninfektion nicht regelmäßig, bei unseren Versuchen sogar nur ausnahmsweise festgestellt werden konnten. Wir halten es hiernach nicht für angängig, in den Giften, die bei der Auflösuug der Pneumokokken frei werden, die ausschließliche Ursache der schweren Erkrankung und des Todes der Tiere zu suchen. Wie die Vergiftung zustande kommt, soll hier weiter nicht erörtert werden, vor allem dürfte die Möglichkeit der Anaphylatoxinbildung in Frage kommen. Insbesondere muß diese Möglichkeit für diejenigen Fälle in Betracht gezogen werden, wo, wie es ja bei vielen hochvirulenten Septikämieerregern die Regel ist, in kurzer Zeit unter reichlicher Vermehrung der Keime der Tod erfolgt. Im übrigen möchten wir, wenn sich nach den von Radziewsky angegebenen Methoden ein nennenswerter Bakterienzerfall nicht nachweisen läßt, daraus noch nicht den Schluß ziehen, daß nicht doch Auflösungsprozesse stattfinden, die sich vielleicht vorzugsweise in bestimmten Organen abspielen und daher der Beobachtung leicht entgehen. Derartige Vorgänge muß man wohl vermuten, wenn sich, wie in einigen unserer oben mitgeteilten Versuche, die Infektion über eine Reihe von Tagen hinzieht und man schließlich in Blut- und Organausstrichen die Kokken nur in geringer Zahl findet. Bei schnell verlaufender Infektion haben wir in der Regel, be-

---

[1]) Pneumokokken, die bei niedrigerer Temperatur abgetötet werden, verfallen dagegen nach Kruse (Allgemeine Mikrobiologie, Bd. I) in vitro einer Auflösung durch Autolyse.

sonders bei Mäusen, in den Blut- und Organausstrichen recht zahlreiche Kokken gefunden; gewisse Differenzen sind allerdings auch hier vorhanden.

Es würde einseitig sein, die gleichen Verhältnisse wie bei Pneumokokkeninfektionen auch für andere bakteriellen Infektionen anzunehmen. Wenn wir auch für die Pneumokokken den Anschauungen Radziewskys nicht folgen können, so bestreiten wir keineswegs, daß bei anderen Infektionen, auch septikämischen, der Zerfall der Bakterien eine große Rolle spielt. So konnten wir z. B. in einigen Versuchen, die mit Milzbrandbazillen angestellt wurden, stets Degenerationsformen nachweisen, ebenso scheint ein Bakterienzerfall bei der Pestinfektion in größerem Maßstabe einzutreten.

Nun hat Radziewsky aus seinen Beobachtungen nicht nur auf die Theorie der Infektion, sondern auch auf die der Immunität, speziell auch bei Pneumokokken, Schlüsse gezogen. Radziewsky spricht sich in der Weise gegen die Phagozytentheorie aus, daß die Auflösung und Abtötung durch bakterizide Körperstoffe erfolgte; diese Stoffe bilden sich während der Infektion und sind identisch mit den spezifischen Immunstoffen eines immunisierten Tieres. Die letztere Folgerung ist experimentell nicht begründet. Seither ist vielmehr durch zahlreiche Untersuchungen festgestellt worden, daß die erworbene Immunität gegen virulente Pneumokokken nicht auf lytischen, sondern auf phagozytären Antistoffen beruht; wir wollen daher auf diesen Teil der Hypothesen von Radziewsky nicht weiter eingehen.

Was aber die Ursache der von Radziewsky festgestellten Auflösungserscheinungen betrifft, die zuweilen im entzündeten Kaninchenohr in so hohem Grade auftreten, so ist zu beachten, daß dieselben bisher nur unter ganz besonderen Verhältnissen beobachtet sind, nämlich bei einer erysipelähnlichen Entzündung, die die Zirkulations- und Ernährungsverhältnisse der Gewebe derart beeinträchtigt, daß es, falls das Tier lange genug lebt, häufig zu ausgedehnter Gangrän des Ohres kommt. Es ist wohl denkbar, daß Erschöpfung des Nährbodens und Schädigung durch die eigenen Produkte als Ursache des Bakterienzerfalles in Betracht kommt. Möglich ist auch, daß bakterizide Stoffe aus den Zellen abgegeben werden, dann aber wohl erst in absterbenden oder geschädigten Zellen; sie würden deshalb auch hauptsächlich bei fortschreitender, nicht bei zur Heilung kommenden Fällen nachzuweisen sein. Durch die Versuche von Schneider, die von Dold bestätigt wurden, wissen wir ja, daß man aus Kaninchenleukozyten Stoffe gewinnen kann, Leukine, die auf Pneumokokken im Plattenversuch bakterizid wirken. Jedenfalls ist sicher, daß es nicht Stoffe sind, die schon normal vorhanden bezw. verfügbar sind. In diesem Falle ist Radziewsky wohl durch die Analogie mit Cholera und Typhus irregeführt worden; gerade hier kommen die normalen Lysine gar nicht in Betracht.

Schlußsätze.

Es ist nicht erwiesen, daß die Giftwirkung bei der akuten Pneumokokkensepsis des Kaninchens und der Maus vorzugsweise durch absterbende Pneumokokken zustande kommt und daß das Absterben und die Auflösung eine notwendige Vorbedingung für die bei dieser

Digitized by Google

Infektion auftretenden schweren Allgemeinerscheinungen ist. Eine reichliche Auflösung der Pneumokokken im erysipelatös geschwollenen Kaninchenohr ließ sich bei unsern Versuchen nur in einzelnen Fällen nachweisen; als Ursache dieser Bakterienzerstörung kommen normale Lysine des Serums nicht in Betracht; ob im Verlauf der Infektion durch gereizte (geschädigte?) Zellen abgegebene Stoffe in Frage kommen, ist möglich, aber nicht erwiesen.

Daß abgetötete Pneumokokken in den Körpersäften der Maus und des Kaninchens aufgelöst werden, ist erwiesen.

Soweit überhaupt bei den von uns untersuchten akuten Pneumokokkenseptikämien typische Stoffe in Tätigkeit treten, haben sie sicherlich nichts mit den Immunstoffen zu tun, auf denen bei der gleichen Tierart die normale Immunität (gegen avirulente) und die erworbene Immunität (gegen virulente) Pneumokokken beruht.

Die Alkalität wässeriger Lösungen kohlensaurer Salze.

Von

Dr. Friedrich Auerbach, Regierungsrat und **Dr. Hans Pick,** Wissenschaftlichem Hilfsarbeiter

im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Einleitung.

Es ist allgemein bekannt, das wässerige Lösungen der Alkalikarbonate gegenüber den gebräuchlichen Indikatoren deutlich alkalisch reagieren. Eine sehr viel schwächer alkalische, fast neutrale Reaktion zeigen die Lösungen von Alkalihydrokarbonaten. Durch Phenolphthalein werden sie eben noch schwach gerötet, und es genügen bereits sehr kleine Mengen freier Kohlensäure, um die Färbung zum Verschwinden zu bringen. Eine genaue zahlenmäßige Kenntnis der Alkalität wässeriger Karbonat- und Hydrokarbonatlösungen sowie ihrer Gemische ist für zahlreiche Fragen der reinen und angewandten Chemie von Wichtigkeit. So sei insbesondere daran erinnert, daß viele Säfte des menschlichen und tierischen Körpers, vor allem das Blut, abgesehen von ihren organischen Bestandteilen, im wesentlichen als wässerige Lösungen von Natriumhydrokarbonat neben geringen Mengen anderer Salze anzusehen sind. Es scheint von wesentlicher physiologischer Bedeutung zu sein, daß diese Flüssigkeiten von der Neutralität nur sehr wenig, und je nach ihrer Natur in ganz bestimmtem Maße, abweichen. Dies geht schon daraus hervor, daß der Organismus über sehr zweckmäßige Einrichtungen verfügt, um das etwa gestörte Neutralitätsgleichgewicht wieder herzustellen, während andererseits selbst geringe Schwankungen in der Reaktion der Säfte nach der einen oder anderen Seite den Verlauf chemischer oder physiologischer Vorgänge in diesen Flüssigkeiten erheblich beeinflussen können[1]).

In der unbelebten Natur spielen Lösungen kohlensaurer Salze hauptsächlich in den natürlichen Wässern eine Rolle. In den Trinkwässern und vielen Mineralwässern (z. B. den sog. „alkalischen Quellen", „alkalischen Säuerlingen", „erdigen Säuerlingen", „Schwefelquellen" u. a.) sind Gleichgewichte zwischen Karbonaten, Hydrokarbonaten, freier Kohlensäure und etwaigen anderen schwachen Säuren anzunehmen, für deren nähere Erforschung die Kenntnis der Alkalität von Karbonatlösungen von grundlegender Bedeutung ist[2]).

---

[1]) Vergl. z. B. R. Höber, Zeitschr. f. Elektrochem. **16**, 681 (1910).

[2]) Fr. Auerbach, Zeitschr. für physik. Chem. **49**, 217 (1904); Deutsches Bäderbuch, Leipzig 1907, S. LVII.

Digitized by Google

Das gleiche gilt für die analytischen Verfahren zur Bestimmung der freien Kohlensäure in Wässern, soweit sie auf acidimetrischer Titration beruhen; denn der Punkt, bei dem Neutralität gegenüber den benutzten Indikatoren erreicht wird, hängt aufs engste mit dem Alkalitätsgrade reiner Karbonat- oder Hydrokarbonatlösungen oder — was auf dasselbe hinausläuft — mit den Ionisationsverhältnissen der Kohlensäure zusammen.

Die Ionenspaltung der Kohlensäure.

Die Ionisation der Kohlensäure, die in wässeriger Lösung mindestens zum Teil als Hydrat, H_2CO_3, anzunehmen ist, erfolgt entsprechend der Zweibasischkeit der Säure in zwei Stufen:

$$H_2CO_3 \rightarrow H^{\cdot} + HCO_3{}' \qquad (1)$$

$$HCO_3{}' \rightarrow H^{\cdot} + CO_3{}'' \qquad (2)$$

Jede dieser Spaltungen macht bei einem Gleichgewichtszustande Halt. Dieser muß nach dem Massenwirkungsgesetze durch die Erfüllung der beiden Gleichungen:

$$\frac{[H^{\cdot}]\,[HCO_3{}']}{[H_2CO_3]} = k_1 \qquad (1')$$

$$\frac{[H^{\cdot}]\,[CO_3{}'']}{[HCO_3{}']} = k_2 \qquad (2')$$

charakterisiert sein. Hierin bedeuten k_1 und k_2 die Dissoziationskonstanten, die nur von der Temperatur, nicht aber von den Konzentrationen der Reaktionsteilnehmer abhängen, und die in [ ] gesetzten Formeln die Konzentrationen der einzelnen Molekel- und Ionenarten, ausgedrückt in Mol/l. Unter $[H_2CO_3]$ soll stets die gesamte in der Lösung befindliche freie Kohlensäure verstanden sein, ohne Rücksicht darauf, ob ein Teil von ihr anhydrisch als CO_2 gelöst ist. Wie bereits Walker und Cormack[1]) dargelegt haben, wird durch diese Vereinfachung nur der Zahlenwert von k_1 beeinflußt; in praktischer Hinsicht aber werden die folgenden Betrachtungen dadurch in keiner Weise berührt. Da gegenwärtig über den Hydratationsgrad des gelösten Kohlendioxyds noch nichts bekannt ist, muß man sich damit begnügen, stets mit der so definierten (scheinbaren) Dissoziationskonstante k_1 der Kohlensäure zu rechnen.

Wie allgemein bei mehrbasischen Säuren ist auch bei der Kohlensäure die Abspaltung des ersten H·-Ions eine viel weitergehende als die des zweiten. Infolgedessen hat k_1 einen erheblich größeren Zahlenwert als k_2. Beide Dissoziationen müssen jedoch in einer bestimmten Lösung zu demselben Werte der H·-Ionenkonzentration führen, der sich nach (1′) zu

$$[H^{\cdot}] = k_1 \frac{[H_2CO_3]}{[HCO_3{}']}$$

nach (2′) zu

$$[H^{\cdot}] = k_2 \frac{[HCO_3{}']}{[CO_3{}'']}$$

ergibt; mithin wird

$$k_1 \frac{[H_2CO_3]}{[HCO_3{}']} = k_2 \frac{[HCO_3{}']}{[CO_3{}'']}$$

oder

$$\frac{[HCO_3{}']^2}{[H_2CO_3]\,[CO_3{}'']} = \frac{k_1}{k_2} = k_3 \qquad (3')$$

[1]) Journ. Chem. Soc. 77, 13 (1900).

Digitized by Google

In einer wässerigen Lösung also, in die Karbonat, Hydrokarbonat und freie Kohlensäure eingeführt werden, müssen zwischen diesen drei Stoffen so lange gegenseitige Umsetzungen nach dem umkehrbaren Vorgang

$$H_2CO_3 + CO_3'' \rightleftarrows 2\,HCO_3' \qquad (3)$$

stattfinden, bis das durch die Massenwirkungsgleichung (3′) bestimmte Gleichgewicht erreicht ist. Die [H·]-Ionenkonzentration berechnet sich dann nach (1′) oder (2′). Um schließlich die Alkalität der Lösung, d. h. ihren OH′-Ionengehalt, zu finden, ist noch das Ionisationsgleichgewicht des Wassers

$$H_2O \rightleftarrows H^{\cdot} + OH'$$

mit seiner Gleichgewichtskonstanten

$$k_w = [H^{\cdot}]\,[OH']$$

zu berücksichtigen. Danach ist

$$[OH'] = \frac{k_w}{[H^{\cdot}]}$$

Soll also die Alkalität einer beliebigen karbonat-, hydrokarbonat- und kohlensäurehaltigen Lösung berechnet werden, so müssen die Konstanten k_1, k_2 und k_w für die Versuchstemperatur bekannt sein. k_1 ist von Walker und Cormack[1]) für 18° aus Leitfähigkeitsmessungen an Kohlensäurelösungen zu $3{,}04 \cdot 10^{-7}$ bestimmt worden. k_w wurde von Kohlrausch und Heydweiller[2]) aus Leitfähigkeitsmessungen an reinem Wasser zu $0{,}64 \cdot 10^{-14}$ bei 18° gefunden. Diese Zahlenwerte sind gut begründet und nicht angezweifelt. Dagegen liegen für k_2 in der Literatur mehrere Angaben vor, die nicht unerheblich voneinander abweichen.

Zwei Wege sind bisher zur Bestimmung von k_2 benutzt worden.

1. Hydrolyse des Natriumkarbonats. Soda ist in wässeriger Lösung zu einem gewissen Bruchteil in Hydrokarbonat und freies Alkali hydrolysiert. Das Gleichgewicht, bis zu dem dieser Vorgang verläuft:

$$Na_2CO_3 + H_2O \rightleftarrows NaHCO_3 + NaOH \qquad (4)$$

oder in Ionenschreibweise

$$CO_3'' + H_2O \rightleftarrows HCO_3' + OH'$$

ist durch die Hydrolysenkonstante

$$k_4 = \frac{[HCO_3']\,[OH']}{[CO_3'']} \qquad (4')$$

bestimmt.

Diese ist, wie sich leicht ergibt, identisch mit k_w/k_2:

$$k_4 = \frac{k_w}{k_2}$$

Ermittelt man also die Hydrolysenkonstante auf experimentellem Wege, so kann man k_2 aus ihr und k_w berechnen:

$$k_2 = \frac{k_w}{k_4}.$$

---

[1]) Journ. Chem. Soc. 77, 8 ff. (1900).

[2]) Zeitschr. physik. Chem. 14, 317 (1894).

Messungen der Hydrolyse von Natriumkarbonat haben Shields[1]) und später Koelichen[2]) ausgeführt. Eine Besprechung ihrer Methoden und Versuchsergebnisse soll erst am Schlusse dieser Arbeit erfolgen. Hier sei nur erwähnt, daß die von den beiden Autoren angegebenen prozentischen Hydrolysengrade für gleiche Konzentrationen nicht unerheblich voneinander abweichen, obwohl die Versuchstemperaturen nur um 1° (Sh. 24,2°, K. 25,2°) verschieden waren. Bodländer[3]) berechnete dann aus dem Hydrolysengrad der verdünntesten Lösung, die Shields untersucht hatte (0,0238 Mol Na_2CO_3/l) die Konstante der zweiten Stufe der Kohlensäuredissoziation zu

$$k_2 = 1{,}3 \cdot 10^{-11}.$$

2. Kohlendioxydtension wässeriger Karbonat-Hydrokarbonatlösungen. Ein ganz anderes Verfahren zur Bestimmung von k_2 benutzte Mc Coy[4]). Er maß die CO_2-Tension von Lösungen bekannten Karbonat- und Hydrokarbonationgehaltes und berechnete daraus mit Hilfe der Löslichkeitswerte für Kohlendioxyd nach dem Henryschen Verteilungsgesetz die Konzentration der Lösung an freier Kohlensäure. Nunmehr konnte die Konstante

$$k_3 = \frac{[HCO_3']^2}{[CO_3''] [H_2CO_3]}$$

und schließlich gemäß (3′)

$$k_2 = \frac{k_1}{k_3}$$

berechnet werden.

Mc Coy führte seine Messungen bei 25° aus. Für k_1 setzte er den von Walker und Cormack bei 18° gefundenen Wert $3{,}04 \cdot 10^{-7}$ ein; hieraus dürfte in Anbetracht der geringen Temperaturabhängigkeit der meisten Dissoziationskonstanten kein nennenswerter Fehler entspringen. Mc Coy findet so

$$k_2 = 6{,}0 \cdot 10^{-11},$$

d. i. einen mehr als viermal so großen Wert als den von Bodländer berechneten.

Im Hinblick auf diese große Differenz und auf die Wichtigkeit der Alkalitätsbestimmung von Karbonatlösungen erschien es uns nicht überflüssig, die Alkalitäten wässeriger Karbonat- und Hydrokarbonatlösungen sowie ihrer Gemische auf einem direkten, sehr einfachen und durchsichtigen Wege zu ermitteln.

Diese Versuche stellten zugleich Vorstudien dar für eine Untersuchung über die Alkalität der tierischen Verdauungssekrete und über die Einwirkung derartiger Säfte auf schwerlösliche Bleiverbindungen.

Bestimmung der Alkalität von Karbonat- und Hydrokarbonatlösungen. Koloriskopische Methode.

Unter den zahlreichen Verfahren, die zur Bestimmung des H·- oder OH′-Ionengehaltes einer Lösung dienen können, zeichnet sich diejenige, die auf der Färbung von Indikatoren beruht, durch besondere Einfachheit aus. Es ist bekannt, daß die

[1]) Zeitschr. physik. Chem. **12**, 144 (1893).
[2]) Zeitschr. physik. Chem. **33**, 172 (1900).
[3]) Zeitschr. physik. Chem. **35**, 23 (1900).
[4]) Amer. Chem. Journ. **29**, 437 (1903).

verschiedenen Farbstoffindikatoren nicht sämtlich bei ein und demselben Neutralitätspunkte umschlagen, sondern, je nach ihrer chemischen Natur, jeder bei einem bestimmten, ihm eigentümlichen H·-Ionengehalt der Lösung Farbänderungen erleiden. Stellt man nun diese Umschlagspunkte für zahlreiche Indikatoren ein für allemal auf irgend einem Wege fest und wählt eine Reihe von Indikatoren aus, deren Umschlagspunkte nur um wenige Zehnerpotenzen der H·-Ionenkonzentration auseinander liegen, so gelingt es leicht, die Acidität oder Alkalität einer zu untersuchenden Lösung annähernd zu messen, wenn man ihr Verhalten gegenüber den geprüften Indikatoren ermittelt. So schlägt z. B. Phenolphthalein etwa zwischen $[H^{\cdot}] = 10^{-8}$ und 10^{-9} Mol/l von farblos nach rosa, p-Nitrophenol zwischen $[H^{\cdot}] = 10^{-5}$ und 10^{-7} von farblos nach gelb um; eine Lösung also, die ersteren Indikator farblos läßt, letzteren hingegen gelb färbt, muß einen H·-Ionengehalt von etwa 10^{-7} bis 10^{-8} besitzen. Dies Verfahren ist von H. Friedenthal und E. Salm[1]) und gleichzeitig von Salessky[2]) und Fels[3]) ausgearbeitet worden. Da der Umschlag der Indikatoren niemals scharf bei einer bestimmten Wasserstoffionenkonzentration erfolgt, sondern sich auf ein gewisses Konzentrationsintervall verteilt, empfahl Friedenthal, sich stets eine Anzahl von Lösungen bekannten H·-Gehaltes als Standardlösungen zum Vergleich bereit zu halten, etwa für jede Zehnerpotenz der H·-Konzentration eine Lösung. Hat man einen Indikator gefunden, der sich in der zu untersuchenden Lösung im Umschlagsgebiete befindet, und gibt man dann den Indikator in gleicher Menge zu den Vergleichslösungen, so gelingt es meist mit Leichtigkeit, die Versuchslösung nach der Farbstärke einzuordnen. Brode und Lange[4]) stellten eine Anzahl von Lösungen zusammen, deren Acidität das gesamte Gebiet zwischen konzentrierter Salzsäure und konzentrierter Natronlauge, im allgemeinen in Stufen von je einer Zehnerpotenz, umfaßt; diese Lösungen sind durch ihre Haltbarkeit und ihre geringe Empfindlichkeit gegen äußere Einflüsse (z. B. CO_2-Aufnahme) für Vergleichszwecke besonders geeignet. Ferner prüften sie eine sehr große Anzahl von Farbstoffen auf ihre Farbänderungen in dem gesamten angegebenen Aciditätsgebiete und konnten dabei die quantitativen Ergebnisse der älteren Autoren nachprüfen und im allgemeinen bestätigen.

Eine Reihe sehr wesentlicher Verbesserungen der Methode hat neuerdings S. P. L. Sörensen[5]) ausgearbeitet. Da wir uns bei unseren Messungen den Vorschriften dieses Forschers eng angeschlossen haben, möge seine Arbeitsweise, soweit sie hier in Betracht kommt, genauer geschildert werden.

Sörensen benutzt zur Herstellung der Vergleichslösungen eine Reihe sog. „Standardlösungen" teils saurer, teils basischer Natur. Durch Mischen zweier solcher Standardlösungen, von denen wenigstens die eine stets eine schwache Säure oder eine

---

[1]) H. Friedenthal, Zeitschr. f. Elektrochem. **10**, 113 (1904). — E. Salm, daselbst **10**, 341 (1904); **12**, 99 (1906). — E. Salm und H. Friedenthal, daselbst **13**, 125 (1907). — E. Salm, Zeitschr. physik. Chem. **57**, 471 (1906); **63**, 83 (1908).

[2]) Zeitschr. f. Elektrochem. **10**, 204 (1904).

[3]) Zeitschr. f. Elektrochem. **10**, 208 (1904).

[4]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte **30**, 1 (1909).

[5]) Biochem. Zeitschr. **21**, 131 (1909); **22**, 352 (1909). — Sörensen und Palitzsch, Biochem. Zeitschr. **24**, 381 (1910); **24**, 387 (1910).

Digitized by Google

schwache Base enthält, lassen sich je nach dem Mischungsverhältnis Vergleichslösungen wechselnder Acidität und Alkalität herstellen. So erhält man z. B. durch Vermischen von 0,1 n HCl mit 0,1 molarer Dinatriumhydrocitratlösung in wechselnden Verhältnissen Vergleichsgemische, deren $H^{\cdot}$-Ionengehalt mit fast beliebiger Feinheit zwischen etwa 10^{-1} und 10^{-5} Mol/l variiert werden kann. Zur Ermittelung der $H^{\cdot}$-Ionenkonzentration dieser Vergleichslösungen bediente sich Sörensen der elektrometrischen Methode. Es wurde bei 18° das Potential ε einer Wasserstoffelektrode in einer großen Anzahl von Vergleichsgemischen gegen die 0,1 n-Kalomelelektrode gemessen und daraus mit Hilfe des Normalwasserstoffpotentials ε_0 nach der Nernstschen Formel für die EMK von Konzentrationsketten der Gehalt an $H^{\cdot}$-Ionen

$$[H^{\cdot}] = 10^{\frac{\varepsilon-\varepsilon_0}{0,0577}} \text{ oder}$$

$$\log [H^{\cdot}] = \frac{\varepsilon-\varepsilon_0}{0,0577}$$

berechnet. Nach diesen Messungen zeichnete Sörensen für die ganze Reihe der Mischungen von je zwei Standardlösungen Kurven, als deren Abszissen die Werte von $\log [H^{\cdot}]$ und als deren Ordinaten die in 10 ccm Mischung enthaltenen ccm der einen Lösung gewählt sind. Eine solche Kurve veranschaulicht also den Zusammenhang zwischen Acidität und Mischungsverhältnis für das betreffende Standardpaar und gestattet es, für jedes Mischungsverhältnis die zugehörige Acidität abzulesen. Sämtliche Kurven sind in einer Hauptkurventafel[1]) zusammengestellt.

Soll nun in einer Untersuchungsflüssigkeit die Acidität ermittelt werden, so färbt man sie mit einem Indikator an, der in ihr eine Übergangsfarbe annimmt, sich also in seinem Umschlagsgebiet befindet, und sucht dann diejenige Vergleichsmischung herzustellen, die, mit der gleichen Menge desselben Indikators gefärbt, die gleiche Färbung zeigt. Im allgemeinen wird es ziemlich leicht gelingen und auch für die meisten Versuchszwecke genügen, wenn man zwei Vergleichsmischungen ermittelt, deren $H^{\cdot}$-Ionengehalt sich nur um einen kleinen Bruchteil einer Zehnerpotenz unterscheidet, und zwischen deren Färbungen sich diejenige der zu untersuchenden Lösung einordnet. Mit Hilfe der Kurventafel kann man dann sofort den gesuchten $H^{\cdot}$-Ionengehalt angeben oder ihn wenigstens in enge Grenzen einschließen.

Die grundlegenden Messungen dieser Methode sind also elektrometrische Potentialbestimmungen. Man könnte etwa sagen: die zu untersuchenden Lösungen werden einer indirekten elektrometrischen $H^{\cdot}$-Konzentrationsbestimmung unterworfen. Vor der direkten hat sie den Vorzug, daß die zeitraubenden und mühevollen Potentialmessungen auf eine Anzahl nur einmal zu erledigender, grundlegender Messungen beschränkt und nunmehr durch einfache koloriskopische Einordnungen ersetzt werden. Dies ist um so vorteilhafter, als die Methode der Gaskettenmessung nicht in allen Fällen ohne weiteres anwendbar ist. Da nämlich zur Einstellung des Wasserstoffpotentials ein Wasserstoffstrom durch oder wenigstens über die zu untersuchende Lösung geleitet werden muß, liegt die Gefahr vor, daß ein in der Lösung befind-

[1]) Zu beziehen in Originalgröße von der Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin.

Digitized by Google

licher flüchtiger Stoff, z. B. freie Kohlensäure, während des Versuches ausgetrieben und die Lösung dadurch verändert wird.

Andrerseits bringt aber die koloriskopische Methode auch gewisse Fehlerquellen und Ungenauigkeiten mit sich. Der Farbton und die Farbstärke eines Indikators ist auch bei genauer Innehaltung eines bestimmten Verhältnisses zwischen Indikatormenge und Lösungsvolumen nicht immer allein durch die Acidität der Lösung bedingt. Oft beeinflussen Elektrolyte, namentlich aber kolloide Stoffe, z. B. Eiweißstoffe und deren Abbauprodukte, die Färbung. Hieraus können natürlich leicht erhebliche Fehler entspringen. Aber diese Beeinflußbarkeit ist bei den einzelnen Indikatoren in verschieden starkem Maße anzutreffen. Sörensen hat daher eine große Anzahl von Farbstoffen der verschiedensten Art auf ihr diesbezügliches Verhalten hin geprüft und schließlich diejenigen ausgewählt und zur allgemeinen Benutzung empfohlen, die den erwähnten Fehler nur in geringem Maße zeigen.

Die Einzelheiten des Verfahrens sollen im folgenden nur soweit beschrieben werden, als sie für die vorliegende Untersuchung in Frage kommen.

Vergleichslösungen. Die $H^{\cdot}$-Konzentration von Hydrokarbonat- und Karbonatlösungen sowie ihren Gemischen liegt etwa in den Grenzen 10^{-8} bis 10^{-12}. Für dieses Intervall kommen nach Sörensen drei Standardpaare als Vergleichsmischungen in Betracht:

1. Boratlösung + Salzsäure
2. Boratlösung + Natronlauge
3. Glykokollösung + Natronlauge.

Sämtliche Standardlösungen wurden mit ausgekochtem destillierten Wasser hergestellt, unter Ausschluß von Kohlendioxyd der Luft in Wulffschen Flaschen aufbewahrt, durch deren einen Tubus das untere Verlängerungsstück einer Meßbürette eingeführt war, mit CO_2-freier Luft in die Büretten gedrückt und aus diesen zur Herstellung der Mischungen entnommen.

Die Salzsäure war genau 0,1 n.

Die Natronlauge wurde durch Verdünnen einer konzentrierten, im Küsterschen Apparat[1]) aus metallischem Natrium gewonnenen Lösung hergestellt und durch Verdünnen genau 0,1 n gemacht.

Borat. Es wurden 0,2 Mol Borsäure (12,404 g) (purissimum recryst., Riedel) in 200 ccm $^1/_1$ n Natronlauge gelöst und zum Liter aufgefüllt.

Glykokoll. 0,1 Mol (7,505 g) Glykokoll (Kahlbaum) und 0,1 Mol (5,85 g) Chlornatrium (purissimum, Kahlbaum) wurden in Wasser gelöst und zum Liter aufgefüllt. Der Chlornatriumzusatz war für die elektrometrische Eichung der Lösung erforderlich, da reine Glykokollösungen den Strom zu schlecht leiten. Nach einigen Wochen machte sich in dieser Lösung stets eine reichliche Mycelbildung bemerkbar, doch konnten wir in Übereinstimmung mit Sörensen feststellen, daß die Brauchbarkeit der Lösung für Messungszwecke hierdurch nicht merklich beeinflußt wird.

Die benutzten Vergleichsmischungen sollen im folgenden nur durch ihre Wasserstoffionenkonzentration bezeichnet werden. Die Mischungsverhältnisse, nach denen sie

[1]) Zeitschr. anorg. Chem. 41, 474 (1904).

zusammengesetzt wurden, sind aus den nachstehenden Tabellen ersichtlich, deren Zahlen der Kurventafel von Sörensen entnommen sind.

Für die Wasserstoffionenkonzentration $[H^{\cdot}] = 10^{-n}$ Mol/l ist der Einfachheit halber nur der Wert von $n = - \log [H^{\cdot}]$ angegeben.

H·-Konzentration in Vergleichslösungen nach Sörensen.

(Zusammensetzung der Einzellösungen siehe oben!)

Tabelle 1. Gemische von Borat + Salzsäure.

— log [H·]	In 10 ccm der Mischung		— log [H·]	In 10 ccm der Mischung	
	ccm Borat	ccm Salzsäure		ccm Borat	ccm Salzsäure
8,0	5,55	4,45	8,7	7,04	2,96
8,1	5,67	4,33	8,8	7,48	2,52
8,2	5,83	4,17	8,9	7,90	2,10
8,3	6,00	4,00	9,0	8,45	1,55
8,4	6,22	3,78	9,1	9,00	1,00
8,5	6,43	3,57	9,2	9,70	0,30
8,6	6,75	3,25			

Tabelle 2. Gemische von Borat + Natronlauge.

— log [H·]	In 10 ccm der Mischung		— log [H·]	In 10 ccm der Mischung	
	ccm Borat	ccm Natronlauge		ccm Borat	ccm Natronlauge
9,3	9,50	0,50	9,7	6,90	3,10
9,4	8,70	1,30	9,8	6,43	3,57
9,5	8,00	2,00	9,9	6,17	3,83
9,6	7,35	2,65			

Tabelle 3. Gemische von Glykokoll + Natronlauge.

— log [H·]	In 10 ccm der Mischung		— log [H·]	In 10 ccm der Mischung	
	ccm Glykokoll	ccm Natronlauge		ccm Glykokoll	ccm Natronlauge
9,0	8,88	1,12	10,4	5,60	4,40
9,1	8,70	1,30	10,5	5,50	4,50
9,2	8,40	1,60	10,6	5,40	4,60
9,3	8,20	1,80	10,7	5,30	4,70
9,4	7,95	2,05	10,9	5,20	4,80
9,5	7,65	2,35	11,1	5,10	4,90
9,6	7,25	2,75	11,3	5,005	4,995
9,7	7,10	2,90	11,4	4,965	5,035
9,8	6,80	3,20	11,45	4,945	5,055
9,9	6,55	3,45	11,5	4,927	5,073
10,0	6,30	3,70	11,6	4,889	5,111
10,1	6,10	3,90	11,7	4,84	5,16
10,2	5,90	4,10	11,9	4,70	5,30
10,3	5,75	4,25			

In einigen Fällen haben wir die elektrometrischen Messungen, die den obigen Tabellen zugrunde liegen, wiederholt. Wir prüften die Gemische für log [H·] = — 8,3, — 9,6 und — 11,45 nach. In keinem Falle konnte eine nennenswerte Abweichung von den Angaben Sörensens festgestellt werden; die Unterschiede blieben stets innerhalb derjenigen Fehlergrenzen, die bei der Anwendung der Lösungen zur koloriskopischen Prüfung durch die Empfindlichkeitsgrenzen des Auges bedingt sind.

Indikatoren. Von den Indikatoren, die Sörensen empfiehlt, kamen für das von uns untersuchte Alkalitätsgebiet nur vier in Betracht, nämlich:

α-Naphtholphthalein (Umschlagsgebiet: log [H·] = — 7,26 bis — 8,68, Umschlag von gelb über farblos nach blau),

Phenolphthalein (Umschlagsgebiet: log [H·] = — 8,3 bis — 10,0, Umschlag von farblos nach rot),

Thymolphthalein (Umschlagsgebiet: log [H·] = — 9,3 bis — 10,5, Umschlag von farblos nach blau),

Alizaringelb R (Umschlagsgebiet: log [H·] = — 10,1 bis — 12,1, Umschlag von farblos nach gelb).

Die angewandten Farbstofflösungen hatten folgende Zusammensetzung:

a) 0,1 g α-Naphtholphthalein wurden in 150 ccm Alkohol + 100 ccm Wasser aufgelöst. Dieser Farbstoff, der erst neuerdings von Sörensen und Palitzsch[1]) dargestellt worden ist, eignet sich vorzüglich zur Untersuchung äußerst schwach alkalischer Lösungen. Sein Umschlagsgebiet reicht bis dicht an den Neutralpunkt heran.

b) 0,5 g Phenolphthalein wurden in 500 ccm Alkohol + 500 ccm Wasser gelöst.

c) 0,4 g Thymolphthalein (Kahlbaum) wurden in 500 ccm Alkohol + 500 ccm Wasser gelöst.

d) 0,1 g Alizaringelb R (Natriumsalz der p-Nitrobenzolazo-salicylsäure; Grübler & Co.) wurden in 1 l Wasser gelöst.

Die zweckmäßigste Menge des Farbstoffzusatzes war nach einigen Vorversuchen leicht zu bemessen; die betreffenden Werte sind bei den Versuchen in jedem Einzelfalle angegeben. Die Abmessung der kleinen Farbstoffmengen erfolgte, von einigen der ersten Versuche abgesehen, mit Hilfe einer in $^1/_{100}$ ccm geteilten 1 ccm Meßpipette.

Die koloriskopische Einordnung. Die Untersuchung einer Lösung wurde folgendermaßen durchgeführt. Zunächst wurde durch Vorproben ein geeigneter Indikator ausgesucht, die passende Menge des Farbstoffes festgestellt und, wenn nötig, der ungefähre Alkalitätswert ermittelt. Alsdann wurde eine Reihe von 4 oder 5 Vergleichsmischungen hergestellt, bei denen die Werte von log [H·] im allgemeinen um je eine zehntel Einheit auseinanderlagen; bei der Auswahl der Vergleichslösungen wurde dafür Sorge getragen, daß die Untersuchungsflüssigkeit ihren Platz ungefähr in der Mitte der Skala finden mußte. Je 10 ccm der Vergleichs- und der Untersuchungslösungen wurden in Reagenzgläser aus Jenaer Geräteglas gefüllt. Die Reagenzgläser, die von möglichst gleichem Durchmesser ausgewählt waren, wurden in ein geeignetes

---

[1]) Biochem. Zeitschr. 24, 381 (1910). — Herr Prof. Sörensen in Kopenhagen hat uns freundlichst eine Probe dieses Farbstoffes überlassen, wofür wir ihm auch an dieser Stelle unseren herzlichsten Dank aussprechen möchten.

Gestell etwas schräg vor ein aufgespanntes Blatt weißen Papiers gestellt. Nachdem in jedes Reagenzglas genau die gleiche Farbstoffmenge eingebracht und durch Umschütteln der Lösungen gut vermischt worden war, wurden die Gläser im auffallenden Tageslicht betrachtet und die Untersuchungsflüssigkeit nach Stärke und Ton ihrer Färbung in die Skala eingeordnet. Im allgemeinen konnte über den Punkt der Einordnung kein Zweifel bestehen. Ließ sich keine Entscheidung fällen, ob die Untersuchungsflüssigkeit rechts oder links von einem Skalenpunkte zu stellen sei, so wurde ihre Alkalität mit der der betreffenden Vergleichslösung für identisch angesehen.

Um für die Schärfe und Eindeutigkeit der Einordnungen eine Kontrolle zu besitzen, wurde nach den ersten, mehr orientierenden Versuchen stets folgendes Verfahren eingeschlagen. Die Lösungen der Skala sowie die einzuordnende Lösung wurden regellos durcheinandergestellt und sodann von einem unabhängigen Beobachter nach der Färbung geordnet. Selbst bei sehr geringen Farbunterschieden wurden hierbei die die Vergleichslösungen enthaltenden Gläser stets in der richtigen Reihenfolge angeordnet und die Versuchslösung fast immer an genau dieselbe Stelle der Skala eingeschoben, wie von dem ersten Beobachter; nur in wenigen Fällen bestand ein Zweifel, ob die Versuchslösung mit einer der Skalenlösungen für identisch zu erklären oder zwischen diese und eine der Nachbarlösungen einzuordnen sei.

Die Versuchslösungen. Es wurden Lösungen von Natriumhydrokarbonat, Natriumkarbonat und Gemische beider der koloriskopischen Prüfung unterworfen.

Die Natriumhydrokarbonatlösungen wurden durch Auflösen der berechneten Mengen des festen Salzes in ausgekochtem destillierten Wasser hergestellt. Es gelangten zwei Präparate des Salzes zur Anwendung, die sich beide als hinreichend rein erwiesen.

a) Natriumbikarbonat von Kahlbaum, Berlin, purissimum, zur Analyse.

Prüfung: 16,802 g, d. i. 0,2 Mol wurden zu 1 Liter aufgelöst. Je 5,245 ccm Lösung erforderten bei der Titration mit Methylorange als Indikator

a) 10,43 ccm b) 10,43 ccm

0,10077 n HCl, während theoretisch 10,41 ccm hätten verbraucht werden sollen.

b) Durch Umkristallisieren von gewöhnlichem Natriumhydrokarbonat (Kahlbaum) gewonnenes Präparat. Das Ausgangsmaterial wurde unter Erwärmen in Wasser gelöst, die Lösung dann unter ständigem Einleiten von CO_2 erkalten gelassen, das auskristallisierte Salz abfiltriert, auf Filtrierpapier abgepreßt und in einem trocknen CO_2-Strom einige Tage lang bei Zimmertemperatur getrocknet.

Prüfung: 0,1994 g Salz verbrauchten bei der Titration mit Methylorange als Indikator 23,65 ccm 0,10077 n HCl (Unsicherheit des Umschlages etwa 0,1 ccm), während theoretisch 23,55 ccm erforderlich gewesen wären.

Die Natriumkarbonatlösungen wurden durch Auflösen der berechneten Mengen wasserfreien Salzes in ausgekochtem destillierten Wasser hergestellt. Das Salz wurde durch Erhitzen von Natriumhydrokarbonat (Präparat a) im elektrischen

Tiegelofen auf 400° und nachfolgendes kurzes Glühen in der Porzellanschale dargestellt. Zur Prüfung der Reinheit des Salzes wurden 21,20 g (d. i. 0,2 Mol) zu 1 l gelöst. Bei der Titration mit Methylorange als Indikator verbrauchten 5,245 ccm Lösung

a) 20,81 ccm b) 20,83 ccm,

also im Mittel 20,82 ccm 0,10077 n HCl; theoretisch waren 20,82 ccm erforderlich.

Wie weiter unten gezeigt wird, kann die Temperatur nur einen geringen Einfluß auf die Alkalität der meisten untersuchten Lösungen, außer der der reinen Natriumkarbonatlösungen, haben. Da jedoch die Sörensenschen Vergleichsgemische bei 18° geprüft sind und für ihre Alkalität u. a. die recht erheblich mit der Temperatur wachsende Ionenkonstante des Wassers maßgebend ist, wurde dafür Sorge getragen, daß die Temperatur des Zimmers, in dem die Untersuchungen vorgenommen wurden, nicht viel (± 1°) von 18° abwich.

Versuchsergebnisse.

Der Gang der Versuche sei an einem Beispiel erläutert.

Bestimmmung der $H^{\cdot}$-Konzentration eines Gemisches von 3 ccm 0,2 molar Na_2CO_3 + 7 ccm 0,2 molar $NaHCO_3$.

a) Vergleichslösungen: Gemische von Glykokoll + Natronlauge.

− log [H·]	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9
ccm Glykokoll	7,65	7,25	7,10	6,80	6,55
ccm Natronlauge	2,35	2,75	2,90	3,20	3,45

Indikator: 0,10 ccm Thymolphthalein.

Die Versuchslösung ließ sich nach ihrer Färbung deutlich zwischen die Lösungen mit log [H·] = −9,6 und −9,7 einordnen; also

$$\log [H^{\cdot}] = -9{,}65.$$

b) Vergleichslösungen: Gemische von Borat + Natronlauge.

− log [H·]	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8
ccm Borat	8,70	8,00	7,35	6,90	6,43
ccm Natronlauge	1,30	2,00	2,65	3,10	3,57

Indikator: 0,10 ccm Thymolphthalein.

Die Versuchslösung ließ sich deutlich zwischen log [H·] = −9,6 und −9,7 einordnen; also

$$\log [H^{\cdot}] = -9{,}65.$$

Allmählich trat ein Verblassen der Blaufärbung in der Versuchsflüssigkeit ein.

Gesamtergebnis der beiden Versuche:

In einer Lösung, die 0,060 Mol Na_2CO_3 und 0,140 Mol $NaHCO_3$ im l enthält, ist

$$[H^{\cdot}] = 10^{-9{,}65} = 2{,}25 \cdot 10^{-10} \text{ Mol/l}.$$

In entsprechender Weise wurden alle Versuche ausgeführt. Die Ergebnisse der Bestimmungen an 0,2 molaren Lösungen von Natriumkarbonat und Natriumhydrokarbonat sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Digitized by Google

Tabelle 4. Koloriskopische H·-Ionbestimmung in 0,2 molarer $NaHCO_3$-Lösung[1], 0,2 molarer Na_2CO_3-Lösung und Gemischen beider Lösungen.

Nr.	ccm		Im Gemisch Mol/l		Vergleichsgemische	Indikator	— log [H·]	Bemerkungen
	Hydrokarbonat	Karbonat	$NaHCO_3$	Na_2CO_3				
1	10,00	—	0,20	—	Borat + Salzsäure	0,05 ccm α-Naphtholphthalein	Zwischen 8,3 u. 8,4	—
	desgl.	—	desgl.	—	Glykok. + Natronlauge	0,6 ccm Phenolphthalein	desgl.	Sofort n. d. Ansetzen eingeordnet. Rötung nimmt d. CO_2-Abgb langsam zu
2	9,50	0,50	0,19	0,01	Glykokoll + Natronlauge	0,1 ccm Phenolphthalein	8,9	—
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	Borat + Salzsäure	0,05 ccm Phenolphthalein	desgl.	—
3	9,00	1,00	0,18	0,02	Glykokoll + Natronlauge	desgl.	Zwischen 9,1 u. 9,2	—
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	Borat + Salzsäure	desgl.	desgl.	—
4	8,00	2,00	0,16	0,04	Glykokoll + Natronlauge	desgl.	9,4 u. 9,5	—
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	Borat + Natronlg.	desgl.	desgl.	—
5	7,00	3,00	0,14	0,06	Glykokoll + Natronlauge	0,10 ccm Thymolphthalein	9,6 u. 9,7	—
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	Borat + Natronlg.	desgl.	desgl.	—
6	6,00	4,00	0,12	0,08	Glykokoll + Natronlauge	desgl.	9,9 u. 10,0	—
7	5,00	5,00	0,10	0,10	desgl.	? ccm Thymolphthalein	10,1 u. 10,2	—
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	6 Tropfen Thymolphthalein	10,0 u. 10,1	—
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	0,06 ccm Thymolphthalein	10,1 u. 10,2	—
8	4,00	6,00	0,08	0,12	desgl.	5 Tropfen Thymolphthalein	10,3 u. 10,4	—
9	3,00	7,00	0,06	0,14	desgl.	0,20 ccm Alizaringelb	10,4 u. 10,5	—
10	2,00	8,00	0,04	0,16	desgl.	desgl.	10,6 u. 10,7	Sehr nahe an 10,7
11	1,00	9,00	0,02	0,18	desgl.	0,10 ccm Alizaringelb	10,9 u. 11,1	Sehr nahe an 11,1
12	—	10,00	—	0,20	desgl.	desgl.	11,7 u. 11,9	—

[1]) Präparat a.

Digitized by Google

Da es für die theoretischen Berechnungen von Wichtigkeit war, den Ionisationsgrad des Karbonates und Hydrokarbonates in den untersuchten Lösungen zu kennen, erschien es angebracht, die Messungen auf noch verdünntere Lösungen auszudehnen. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Dissoziation des ternären Natriumkarbonates in zwei getrennten Stufen erfolgt:

$$Na_2CO_3 \rightarrow Na^{\cdot} + NaCO_3' \quad \text{und}$$
$$NaCO_3' \rightarrow Na^{\cdot} + CO_3''.$$

Infolgedessen werden die Ionisationsverhältnisse dieses Salzes in nur mäßig verdünnten Lösungen recht verwickelt sein, und die Schätzung des CO_3''-Ionengehaltes ist nicht ganz einfach, zumal wenn gleichzeitig noch Natriumhydrokarbonat, d. i. ein gleichioniges Salz, zugegen ist. Für Gemische zweier gleichioniger starker Elektrolyte hat sich im allgemeinen die Regel bewährt, daß jeder von ihnen so stark ionisiert ist, als wenn er allein mit der Konzentration in Lösung wäre, die dem Gesamtgehalt der Lösung an dem gemeinsamen Ion entspricht[1]). Nach dieser Regel muß der Ionisationsgrad des Natriumkarbonates in allen Gemischen, die gleichen Gesamtgehalt an Na haben, der gleiche sein.

Aus diesen Gründen bestimmten wir den $H^{\cdot}$-Gehalt in einer Reihe weiterer Lösungen, die erstens verdünnter waren und zweitens sämtlich den gleichen Na-Gehalt hatten, nämlich in Gemischen von 0,05 molarer Na_2CO_3- und 0,1 molarer $NaHCO_3$-Lösung. Die Natriumkonzentration war also in allen Gemischen 0,1 g-Atom/l.

Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 (S. 256) zusammengestellt.

Eine Durchsicht der Tabellen 4 und 5 lehrt, daß die Ergebnisse der koloriskopischen Prüfung von der Wahl der benutzten Vergleichslösungen und des Farbstoffes wenigstens annähernd unabhängig sind. Eine unmittelbare Bestimmung des $H^{\cdot}$-Gehaltes, die, wie S. 249 erwähnt, gewisse Vorzüge bietet, durch elektrische (Wasserstoffketten-)Messung erschien bei den hydrokarbonathaltigen Gemischen nicht angängig. Beim Einleiten eines Wasserstoffstromes, der ja für die Messung erforderlich ist, wäre aus diesen Lösungen leicht Kohlensäure ausgetrieben und die Alkalität infolgedessen vermehrt worden. Dagegen war es kaum bedenklich, die reine 0,05 molare Na_2CO_3-Lösung der elektrischen Messung zu unterwerfen. Da selbst für diese Lösung bei längerem Durchleiten reinen Wasserstoffs ein CO_2-Verlust nicht ganz ausgeschlossen erschien, wurde der Wasserstoff vorher durch ein Fünfkugelrohr geschickt, das dieselbe 0,05 n Na_2CO_3-Lösung enthielt; er gelangte also in die eigentliche Versuchsflüssigkeit schon mit soviel CO_2 beladen, als der Tension dieser Lösung entspricht.

Bei den Gaskettenmessungen benutzten wir als unangreifbare Elektroden Glasstäbe aus Jenaer Glas, die nach der Vorschrift von Westhaver[2]) mit einer dünnen Iridiumschicht überzogen waren. Sie tauchten in die zu untersuchende Lösung ein und wurden durch einen die Lösung langsam durchperlenden Wasserstoffstrom mit diesem Gas beladen. Vergleichselektrode war eine 0,1 n-Chlorkalium-Kalomel-Elektrode. Zur Eliminierung des Flüssigkeitspotentials wurde zwischen Gas- und Vergleichselektrode

---

[1]) Arrhenius, Zeitschr. für physik. Chem. 2, 184 (1887); 31, 204 (1899).
[2]) Zeitschr. physik. Chem. 51, 90 (1905).

Tabelle 5. Koloriskopische H'-Ionbestimmung in 0,1 molarer $NaHCO_3$-Lösung, 0,05 molarer Na_2CO_3-Lösung und Gemischen beider Lösungen.

Nr.	ccm Hydrokarbonat	ccm Karbonat	Im Gemisch Mol/l $NaHCO_3$	Im Gemisch Mol/l Na_2CO_3	Vergleichsgemische	Indikator	— log [H·]	Bemerkungen
1	10,00	—	0,100	—	Borat + Salzsäure	0,60 ccm Phenolphthalein	Zwischen 8,3 u. 8,4 [1]	Präparat a; Lösung wird beim Stehen rötlicher
	desgl.	—	desgl.	—	desgl.	desgl.	desgl.	Präp. b; Lsg. wird b. Stehen rötlicher
2	9,00	1,00	0,090	0,005	desgl.	0,1 ccm Phenolphthalein	9,0	Hydrokarb. Präp. b
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	Glykok. + Natronl.	desgl.	Zwischen 8,9 u. 9,0	desgl.
3	8,00	2,00	0,080	0,010	desgl.	0,05 ccm Phenolphthalein	9,3	Hydrokarb. Präp. a
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	Zwischen 9,25 u. 9,35	desgl.
4	7,00	3,00	0,070	0,015	desgl.	desgl.	9,5	desgl.
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	0,035 ccm Phenolphth.	desgl.	desgl.
5	6,00	4,00	0,060	0,020	desgl.	0,025 ccm Phenolphth.	9,6	desgl.
6	5,00	5,00	0,050	0,025	desgl.	0,01 ccm Thymolphth.	9,9	desgl.
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	0,025 ccm Thymolphth.	Zwischen 9,8 u. 9,9	desgl.
7	4,00	6,00	0,040	0,030	desgl.	0,05 ccm Thymolphth.	Zwischen 10,0 u. 10,1	desgl.
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	0,20 ccm Alizaringelb	10,0	desgl.
8	3,00	7,00	0,030	0,035	desgl.	0,025 ccm Thymolphth.	Zwischen 10,2 u. 10,3	Hydr. Präp. b.
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	0,04 ccm Thymolphth.	10,3	desgl.
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	0,20 ccm Alizaringelb	Zwischen 10,1 u. 10,2	Näher an 10,1
9	2,00	8,00	0,020	0,040	desgl.	desgl.	Zwischen 10,3 u. 10,4	Hydr. Präp. b.
10	1,00	9,00	0,010	0,045	desgl.	desgl.	10,7	desgl.
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	10,7	Sodalsg. v. d. Vers. frisch hergestellt
11	—	10,00	—	0,005	desgl.	0,10 ccm Alizaringelb	Zwischen 11,3 u. 11,5	Näher an 11,5
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	Zwischen 11,4 u. 11,6 oder 11,4	2 Beobachter Näher an 11,4; 1 Beobachter Sodals. frisch hergestellt
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	Zwischen 11,4 u. 11,5 oder 11,5	—
	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	Zwischen 11,45 u. 11,6	Näher an 11,45

[1]) Sörensen fand für dieselbe Lösung, ebenfalls auf koloriskopischem Wege, 8,34 bis 8,45 mit Tropäolin 000, 8,39 mit Phenolphthalein (Biochem. Zeitschr. Bd. 21, S. 188 [1909]).

eine gesättigte Chlorkaliumlösung eingeschaltet. Zur EMK-Messung bedienten wir uns der Poggendorff-Dubois-Reymondschen Kompensationsmethode unter Verwendung eines Lippmannschen Kapillarelektrometers (in der von Luther[1]) empfohlenen Ausführung) als Nullinstrument.

Die Kette

$$(Ir) \mid \underset{0{,}05\,n}{H_2, Na_2CO_3} \mid \underset{ges.}{KCl} \mid \underset{0{,}1\,n}{KCl} \mid \underset{0{,}1\,n}{KCl, Hg_2Cl_2} \mid Hg$$

zeigte bei 18° eine EMK von 0,993 Volt, wobei die Wasserstoffelektrode negativer Pol war.

Das Potential der Normalwasserstoffelektrode gegenüber der 0,1 n-Kalomelelektrode, d. i. die EMK der Kette

$$(Ir) \mid \underset{1\,n}{H_2, H^{\cdot}} \mid \underset{0{,}1\,n}{KCl, Hg_2Cl_2} \mid Hg$$

ist bei 18° nach den genauesten Messungen —0,337 Volt. Somit folgt für die $H^{\cdot}$-Konzentrationskette

$$(Ir) \mid \underset{0{,}05\,n}{H_2, Na_2CO_3} \mid \underset{1\,n}{H^{\cdot}, H_2} \mid (Ir)$$

$$\varepsilon = -0{,}993 + 0{,}337 = -0{,}656 \text{ Volt bei } 18^{\circ}.$$

Nach der Nernstschen Formel für derartige Konzentrationsketten ist

$$\varepsilon = \frac{RT}{F} \ln \frac{[H^{\cdot}]_1}{[H^{\cdot}]_2}$$

oder wenn man, wie im vorliegenden Falle, eine Lösung mit der unbekannten Konzentration $[H^{\cdot}] = x$ einer Normallösung $[H^{\cdot}] = 1$ gegenüberstellt,

$$\varepsilon = 0{,}0577 \log x \text{ bei } 18^{\circ} \text{ oder}$$

$$x = 10^{\frac{\varepsilon}{0{,}0577}}.$$

Mit dem obigen Werte von ε findet man $x = 10^{-11,37}$, während die koloriskopischen Bestimmungen im Mittel $10^{-11,45}$ ergeben hatten. Die Übereinstimmung muß in Rücksicht auf die Fehlerquellen der koloriskopischen Methode als gut bezeichnet werden. Sörensen[2]) fand auf elektrometrischem Wege für dieselbe Lösung $x = 10^{-11,39}$, also fast denselben Wert wie wir.

Schließlich wurde auch noch die 0,2 molare Na_2CO_3-Lösung der elektrometrischen Messung in gleicher Weise unterworfen. Das Potential des Wasserstoffs in dieser Lösung betrug

—1,005 Volt gegen die 0,1 n-Kalomelelektrode,
somit —0,668 Volt gegen die n-Wasserstoffelektrode.

Daraus berechnet sich

$$x = 10^{-11,58} \text{ Mol/l.}$$

Das Resultat weicht von dem koloriskopisch für diese Lösung gefundenen ($10^{-11,8}$) merklich ab, verdient aber größeres Vertrauen.

---

[1]) Ostwald-Luther, Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung physikochemischer Messungen. 3. Auflage. Leipzig 1910. S. 397, Fig. 259.

[2]) Biochem. Zeitschr. 21, 184 (1909).

Digitized by Google

Verwertung der Versuchsergebnisse.

Die Frage nach der Alkalität Karbonat und Hydrokarbonat enthaltender Lösungen ist durch die oben beschriebenen Versuche für eine Reihe solcher Lösungen beantwortet worden. Es wurde ihr Gehalt an H·-Ion experimentell ohne besondere, außerhalb der Versuchsmethode liegende Voraussetzungen ermittelt; daraus kann der OH'-Gehalt nach der Gleichung des Wasserionengleichgewichtes zu

$$[OH'] = \frac{k_w}{[H^{\cdot}]}$$

oder für 18°

$$[OH'] = \frac{0{,}64 \cdot 10^{-14}}{[H^{\cdot}]} \text{ Mol/l}$$

berechnet werden. Die Resultate dieser Berechnungen sind neben den Mitteln für [H·] aus Tabelle 4 und 5 in den unten folgenden Tabellen 6 und 7 mit anderen Berechnungen zusammengestellt worden.

Die so gefundenen Alkalitätswerte sind also frei von jeder theoretischen und speziellen Auffassung über die Konstitution der Karbonatlösungen. Auf S. 245 hatten wir andererseits gezeigt, daß die Alkalität der Karbonatlösungen sich auch auf theoretischem Wege finden ließe, wenn die beiden Dissoziationskonstanten der Kohlensäure, k_1 und k_2, hinreichend bekannt wären. Für k_2 lagen jedoch in der Literatur voneinander stark abweichende Werte vor. Es erscheint daher angebracht, jetzt umgekehrt aus den empirisch für [H·] oder [OH'] ermittelten Werten die Konstante k_2 zu berechnen. Im folgenden soll diese Berechnung durchgeführt werden.

Zur Vereinfachung machen wir vorläufig die Annahme, daß alles Alkalikarbonat oder -hydrokarbonat in den Lösungen vollständig ionisiert sei. Die Konzentration an CO_3''-Ion z. B. sei also gleich der gesamten im Liter aufgelösten Natriumkarbonatmenge, nur vermindert um denjenigen Anteil, der durch Hydrolyse oder andere Reaktionen in andere Ionen- und Molekelarten übergegangen ist.

Wir bezeichnen die in 1 Liter aufgelöste Anzahl

Mole $NaHCO_3$ mit a

Mole Na_2CO_3 mit b.

Für die Berechnung von k_2 kann dann je nach den Konzentrationsverhältnissen ein mehr oder weniger strenger Weg eingeschlagen werden.

Am einfachsten ist es, in der Gleichung für die Dissoziation des Hydrokarbonations:

$$[H^{\cdot}] \cdot [CO_3''] = k_2 \cdot [HCO_3']$$

$$[HCO_3'] = a$$

$$\text{und } [CO_3''] = b$$

zu setzen. Man erhält dann unmittelbar

$$k_2 = [H^{\cdot}] \frac{b}{a} \quad \text{(I)}$$

In der Tat ist diese Vereinfachung so lange erlaubt, als die chemisch umgesetzten Anteile des Karbonat- und Hydrokarbonations neben deren Hauptmenge vernachlässigt werden können. Das ist der Fall, wenn weder a noch b sehr klein gewählt sind, also bei einem großen Teile unserer Versuche.

Digitized by Google

Ist dagegen die Menge des angewandten Natriumkarbonats sehr klein oder gleich null, so liefert das in die Lösung gebrachte Hydrokarbonat durch die Umsetzung:

$$2\ HCO_3' \rightarrow H_2CO_3 + CO_3''$$

soviel Karbonation, daß dieser Zuwachs gegen die ursprüngliche Menge b nicht mehr zu vernachlässigen ist. Da der Zuwachs an CO_3'' der gleichzeitig entstandenen Menge H_2CO_3 äquivalent ist, muß man vielmehr setzen:

$$[CO_3''] = b + H_2CO_3$$

und $$[HCO_3'] = a - 2\ H_2CO_3.$$

Diese Gleichungen im Verein mit den beiden Dissoziationsgleichungen:

$$[H^\cdot] \cdot [HCO_3'] = k_1 \cdot [H_2CO_3]$$
$$[H^\cdot] \cdot [CO_3''] = k_2 \cdot [HCO_3']$$

ermöglichen die Elimination aller Konzentrationswerte außer $[H^\cdot]$ und man erhält:

(II) $$k_2 = [H^\cdot] \cdot \frac{b}{a} + [H^\cdot]^2 \cdot \frac{a + 2\,b}{a \cdot k_1}.$$

Der Ausdruck (II) für k_2 unterscheidet sich von (I) nur durch ein Zusatzglied, das mit wachsendem $[H^\cdot]$ (also mit Zunahme des Verhältnisses von Hydrokarbonat zu Karbonat) an Bedeutung gewinnt. Für reine Hydrokarbonatlösung ($b = o$) wird schließlich

$$k_2 = \frac{[H^\cdot]_2}{k_1} \quad \text{oder}$$

$$[H^\cdot] = \sqrt{k_1 \cdot k_2}\ ,$$

d. h. die $H^\cdot$-Konzentration einer Hydrokarbonatlösung ist das geometrische Mittel der beiden Dissoziationskonstanten der Kohlensäure, also unabhängig von der Konzentration des Hydrokarbonats. Diese einfache Beziehung verliert allerdings für sehr kleine Konzentrationen ihre Gültigkeit, weil dann die bisher vernachlässigte Hydrolyse — vgl. das folgende — zu berücksichtigen ist.

Die Hydrolyse des Karbonats und Hydrokarbonats:

$$HCO_3' + H_2O \rightleftarrows H_2CO_3 + OH'$$
$$CO_3'' + H_2O \rightleftarrows HCO_3' + OH'$$

spielt immer dann eine Rolle, wenn das saure Salz nur in geringer Menge vorhanden ist, wenn also entweder — in reinen Hydrokarbonatlösungen — a sehr klein oder — in Gemischen — a klein gegen b oder schließlich — in reinen Karbonatlösungen — a gleich null ist. Die beiden Hydrolysengleichgewichte ergeben sich aus dem Zusammenwirken der beiden Dissoziationsgleichgewichte der Kohlensäure:

$$[H^\cdot] \cdot [HCO_3'] = k_1 \cdot [H_2CO_3]$$
$$[H^\cdot] \cdot [CO_3''] = k_2 \cdot [HCO_3']$$

mit der Ionisation des Wassers:

$$[H^\cdot] \cdot [OH'] = k_w.$$

Berücksichtigt man noch, daß die in die Lösung als Karbonat und Hydrokarbonat hineingebrachte Kohlensäure noch in irgend einer Form darin enthalten sein muß:

$$a + b = [CO_3''] + [HCO_3'] + [H_2CO_3]$$

und daß die Summe aller Anionenäquivalente der Summe aller Kationenäquivalente gleich sein muß (Elektroneutralitätsgleichung):

$$2\,[CO_3''] + [HCO_3'] + [OH'] = [Na^\cdot] + [H^\cdot]\ ,$$

wobei
$$[Na^\cdot] = a + 2\,b\ ,$$

so erlauben die 6 letzten Gleichungen wieder die Berechnung von k_2 aus bekannten Größen, und man erhält:

$$k_2 = \frac{[H^\cdot]^4 + [H^\cdot]^3 (a + 2\,b + k_1) + [H^\cdot]^2 (bk_1 - k_w) - [H^\cdot]\,k_1\,k_w}{k_1\,(a\,[H^\cdot] - [H^\cdot]^2 + k_w)}.$$

Diese Formel gilt **streng** für alle Lösungen von Karbonat und Hydrokarbonat, allerdings immer nur unter der Annahme vollständiger elektrolytischer Dissoziation der Salze.

Für kleine Werte von $[H^\cdot]$ ($\leqq 10^{-10}$) vereinfacht sie sich sehr erheblich. Wie sich bei Einsetzung der Zahlenwerte ergibt, können dann im Zähler unbedenklich die Glieder mit $[H^\cdot]^4$ und $[H^\cdot]^3$ neben den beiden anderen vernachlässigt werden, ebenso in der Klammer des dritten Gliedes (solange b nicht sehr klein gewählt wird) k_w neben bk_1, schließlich im Nenner noch $[H^\cdot]^2$ neben k_w. So geht die allgemeine Formel über in die spezielle

$$\text{(III)} \qquad k_2 = \frac{[H^\cdot]^2 \cdot b - [H^\cdot] \cdot k_w}{a \cdot [H^\cdot] + k_w}.$$

In dieser Formel ist k_1 nicht mehr enthalten. Für $a = 0$, d. h. für **reine Soda**lösungen vereinfacht sie sich in

$$k_2 = [H^\cdot]^2 \frac{b}{k_w} - [H^\cdot] \qquad \text{oder}$$

$$= \frac{b \cdot k_w}{[OH']^2} - \frac{k_w}{[OH']}.$$

Letztere Gleichung gestattet es, k_2 aus dem Hydrolysengrade eine Sodalösung zu berechnen.

Mit Hilfe der so abgeleiteten Formeln (I), (II) und (III) kann nunmehr aus den Ergebnissen der oben wiedergegebenen zwei Versuchsreihen k_2 ausgewertet werden. Dies ist in den nachstehenden Tabellen 6 und 7 (S. 261) geschehen, in deren letzter Spalte die zur Berechnung benutzte Formel vermerkt ist. Die Formeln II und III wurden in allen den Fällen angewendet, wo die ungenauere Formel I zu merklich abweichenden Ergebnissen geführt hätte.

Die Werte von k_2 — die noch mit dem Fehler der Annahme vollständiger Dissoziation der Salze behaftet sind — bewegen sich in Tabelle 6 zwischen $6{,}5 \cdot 10^{-11}$ und $20{,}8 \cdot 10^{-11}$, in Tabelle 7 zwischen $6{,}2 \cdot 10^{-11}$ und $11{,}4 \cdot 10^{-11}$. Nun ist es nicht etwa angängig, diese Zahlen ohne weiteres zu einem Mittelwerte zusammenzufassen. Hiergegen sprechen folgende Überlegungen:

1. ist die Genauigkeit der Messung nicht für alle Versuchslösungen gleich groß;
2. ist die Zusammensetzung der Lösungen nicht in allen Fällen gleich gut definiert;
3. beeinflußt ein Fehler in der $H^\cdot$-Ionbestimmung den Wert von k_2 in verschieden hohem Maße, je nach der zur Berechnung von k_2 benutzten Formel;

Digitized by Google

Berechnung der zweiten Dissoziationskonstante k_2 der Kohlensäure aus der Alkalität von Karbonat- und Hydrokarbonatlösungen (ohne Rücksicht auf unvollständige Dissoziation der Salze). Temperatur 18°.

Tabelle 6. Mittel der Versuchsergebnisse von Tabelle 4.

Nr.	Zusammensetzung der Lösung Mol im l: $NaHCO_3$ a	Na_2CO_3 b	[H·] Mol/l	[OH'] Mol/l	k_2	Berechnet nach Formel
1	0,20	—	$4{,}45 \cdot 10^{-9}$	$1{,}45 \cdot 10^{-6}$	$6{,}5 \cdot 10^{-11}$	II
2	0,19	0,01	$1{,}25 \cdot 10^{-9}$	$5{,}10 \cdot 10^{-6}$	$7{,}15 \cdot 10^{-11}$	II
3	0,18	0,02	$7{,}10 \cdot 10^{-10}$	$9{,}00 \cdot 10^{-6}$	$8{,}1 \cdot 10^{-11}$	II
4	0,16	0,04	$3{,}55 \cdot 10^{-10}$	$1{,}80 \cdot 10^{-5}$	$8{,}9 \cdot 10^{-11}$	I
5	0,14	0,06	$2{,}25 \cdot 10^{-10}$	$2{,}85 \cdot 10^{-5}$	$9{,}6 \cdot 10^{-11}$	I
6	0,12	0,08	$1{,}10 \cdot 10^{-10}$	$5{,}70 \cdot 10^{-5}$	$7{,}3 \cdot 10^{-11}$	I
7	0,10	0,10	$7{,}95 \cdot 10^{-11}$	$8{,}05 \cdot 10^{-5}$	$7{,}9 \cdot 10^{-11}$	I
8	0,08	0,12	$4{,}45 \cdot 10^{-11}$	$1{,}45 \cdot 10^{-4}$	$6{,}7 \cdot 10^{-11}$	I
9	0,06	0,14	$3{,}55 \cdot 10^{-11}$	$1{,}80 \cdot 10^{-4}$	$8{,}3 \cdot 10^{-11}$	I
10	0,04	0,16	$2{,}25 \cdot 10^{-11}$	$2{,}85 \cdot 10^{-4}$	$8{,}9 \cdot 10^{-11}$	III
11	0,02	0,18	$1{,}00 \cdot 10^{-11}$	$6{,}40 \cdot 10^{-4}$	$8{,}7 \cdot 10^{-11}$	III
12	—	0,20	$1{,}60 \cdot 10^{-12}$ [1]	$4{,}00 \cdot 10^{-3}$	$7{,}8 \cdot 10^{-11}$	III
			$2{,}60 \cdot 10^{-12}$ [2]	$2{,}45 \cdot 10^{-3}$	$20{,}8 \cdot 10^{-11}$	III

Tabelle 7. Mittel der Versuchsergebnisse von Tabelle 5.

Nr.	Zusammensetzung der Lösung Mol im l: $NaHCO_3$ a	Na_2CO_3 b	[H·] Mol/l	[OH'] Mol/l	k_2	Berechnet nach Formel
1	0,100	—	$4{,}45 \cdot 10^{-9}$	$1{,}45 \cdot 10^{-6}$	$6{,}5 \cdot 10^{-11}$	II
2	0,090	0,005	$1{,}05 \cdot 10^{-9}$	$6{,}10 \cdot 10^{-6}$	$6{,}2 \cdot 10^{-11}$	II
3	0,080	0,010	$5{,}00 \cdot 10^{-10}$	$1{,}30 \cdot 10^{-5}$	$6{,}4 \cdot 10^{-11}$	II
4	0,070	0,015	$3{,}15 \cdot 10^{-10}$	$2{,}05 \cdot 10^{-5}$	$6{,}8 \cdot 10^{-11}$	I
5	0,060	0,020	$2{,}50 \cdot 10^{-10}$	$2{,}55 \cdot 10^{-5}$	$8{,}3 \cdot 10^{-11}$	I
6	0,050	0,025	$1{,}35 \cdot 10^{-10}$	$4{,}75 \cdot 10^{-5}$	$6{,}7 \cdot 10^{-11}$	I
7	0,040	0,030	$8{,}90 \cdot 10^{-11}$	$7{,}20 \cdot 10^{-5}$	$6{,}7 \cdot 10^{-11}$	I
8	0,030	0,035	$5{,}85 \cdot 10^{-11}$	$1{,}10 \cdot 10^{-4}$	$6{,}8 \cdot 10^{-11}$	I
9	0,020	0,040	$4{,}45 \cdot 10^{-11}$	$1{,}45 \cdot 10^{-4}$	$8{,}9 \cdot 10^{-11}$	I
10	0,010	0,045	$2{,}00 \cdot 10^{-11}$	$3{,}20 \cdot 10^{-4}$	$8{,}7 \cdot 10^{-11}$	III
11	—	0,050	$3{,}90 \cdot 10^{-12}$ [3]	$1{,}65 \cdot 10^{-3}$	$11{,}4 \cdot 10^{-11}$	III

4. — dies ist der wichtigste Punkt — ist die erforderliche Korrektur von k_2 wegen der unvollständigen Ionisation der Salze für die verschiedenen Lösungen keineswegs die gleiche.

---

[1]) Koloriskopisch bestimmt.
[2]) Elektrometrisch bestimmt.
[3]) Mittel aus koloriskopischer und elektrometrischer Bestimmung.

Digitized by Google

Zur Erläuterung von 1. ist zu bemerken, daß die koloriskopische Einordnung stets dann Schwierigkeiten bereitet und nur innerhalb ziemlich weiter Grenzen gelingt, wenn man in Ermanglung eines passenderen Indikators einen Farbstoff benutzen muß, der sich im Untersuchungsgebiet bereits an der äußersten Grenze seiner Umschlagszone befindet. Dies gilt z. B. für Alizaringelb R bei den letzten Versuchen beider Tabellen. — Auch die spezifischen Einwirkungen von Elektrolyten auf die verschiedenen Farbstoffe können zu Fehlern Anlaß geben, obwohl, im Anschluß an Sörensen, nur solche Farbstoffe benutzt wurden, bei denen diese Einwirkungen möglichst gering sind. So macht sich in Tab. 5 (entspr. Tab. 7) beim Übergange von Thymolphthalein zu Alizaringelb R eine Diskontinuität der Versuchsergebnisse eben bemerkbar (vgl. besonders die Parallelversuche 8). Mit Rücksicht auf die Bestätigung der mit Alizaringelb in Versuch 11 (Tab. 5) gefundenen $H^{\cdot}$-Konzentration durch die elektrometrische Prüfung, sind wahrscheinlich die mit Thymolphthalein gefundenen $[H^{\cdot}]$-Werte und die daraus berechneten Zahlen für k_2 (in Tab. 7 Nr. 6, 7, 8) ein wenig zu klein.

Bei der Bewertung der koloriskopischen Bestimmungen ist schließlich noch zu berücksichtigen, daß wir bei den Versuchen der Tab. 5 (entspr. Tab. 7) bereits eine größere Übung im Unterscheiden feiner Farbunterschiede hatten als bei den ersten Versuchen (Tab. 4 und 6).

Zu 2.: Die Konzentrationsverhältnisse der Untersuchungslösungen sind am besten definiert und ihre Alkalität ist am unempfindlichsten gegen kleine äußere Einwirkungen (Auflösung oder Abgabe von Kohlensäure), wenn weder a noch b (die eingebrachten Mengen von Hydrokarbonat und Karbonat) sehr klein sind. Wird nämlich von der Lösung eine kleine Menge Kohlensäure aufgenommen oder abgegeben, so muß zur Wiederherstellung des Gleichgewichtes

$$H_2CO_3 + CO_3'' \rightleftarrows 2\,HCO_3'$$

eine kleine Menge Karbonat in Hydrokarbonat übergehen oder umgekehrt. In der Gleichung

$$[H^{\cdot}] = k_2 \frac{[HCO_3']}{[CO_3'']}$$

wird der Wert des Quotienten (und damit von $[H^{\cdot}]$) alsdann sehr wenig beeinflußt, wenn weder $[HCO_3']$ noch $[CO_3'']$ sehr klein sind. Solche Lösungen sind also sog. „Puffergemische". Ist hingegen a oder b sehr klein oder gleich null, so kann bereits eine kleine CO_2-Aufnahme oder Abgabe die Berechnungen fehlerhaft machen. Reine Hydrokarbonatlösung gibt an der Luft bereits bei 18° merklich Kohlendioxyd ab und wird dadurch allmählich alkalischer, wie bei den Versuchen 1 der Tab. 4 und 5 beobachtet werden konnte. Umgekehrt kann reine Karbonatlösung durch Aufnahme von CO_2 aus der Luft schwächer alkalisch werden.

Zu 3. Bei der Herleitung von k_2 geht der Wert von $[H^{\cdot}]$ bei Anwendung von Formel III, insbesondere auf reine Karbonatlösungen, wesentlich mit seinem Quadrat in die Rechnung ein, während in den anderen Fällen nur die erste Potenz auftritt. Fehler in der Aciditätsbestimmung werden also bei den Versuchen mit reinen Karbonatlösungen stärker auf das Rechnungsresultat einwirken. Unter diesem Gesichtspunkte ist es besonders wichtig, daß die Alkalität der reinen Sodalösungen auch auf elektrischem Wege gemessen worden ist.

Digitized by Google

Zu 4. Von besonderer Bedeutung ist es schließlich, den Einfluß der unvollständigen Ionisation der Salze auf die Berechnung von k_2 zu berücksichtigen. Wären die Ionisationsgrade von Natriumhydrokarbonat und Natriumkarbonat, α und β, für alle untersuchten Konzentrationen genau bekannt — als Ionisationsgrad bezeichnen wir hier den Anteil der beiden Salze, der in Form der beiden einfachen Anionen HCO_3' und CO_3'' vorliegt — so würde, wie eine nähere Überlegung zeigt, in den Formeln I, II, III der Ersatz von a und b durch α a und β b der unvollständigen Ionisation praktisch hinreichend Rechnung tragen. Am einfachsten liegen die Verhältnisse für reine Hydrokarbonatlösungen. Denn da, wie S. 259 gezeigt wurde, in diesem Sonderfalle in der über ein weites Konzentrationsbereich anwendbaren Formel II weder a noch b enthalten sind, erübrigt sich jede Korrektur und der in den entsprechenden Versuchen (Tab. 6 Nr. 1 und Tab. 7 Nr. 1) übereinstimmend erhaltene Wert

$$k_2 = 6{,}5 \cdot 10^{-11}$$

kann ohne weiteres als richtig angesehen werden.

Der Ionisationsgrad der reinen 0,05 molaren Karbonatlösung (Tab. 7 Nr. 11) kann nur schätzungsweise angegeben werden, da die Leitfähigkeitszahlen der Karbonate, namentlich bei hohen Verdünnungen, durch Hydrolyse beeinflußt sind. Der Quotient Λ_v/Λ_∞ beträgt für eine gleich konzentrierte Lösung von Natriumsulfat (eines Salzes vom gleichen Typus) nach den Messungen von Kohlrausch und Grüneisen[1]) etwa 0,7. Daraus ist jedoch nicht zu schließen, daß 70 % des Na_2SO_4 in SO_4''- und $Na^{\cdot}$-Ion gespalten sind. Vielmehr ist nach anderweitigen Erfahrungen anzunehmen, daß auch die Spaltung des Natriumsulfats wie die des Natriumkarbonats einen zweistufigen Verlauf nimmt:

$$Na_2SO_4 \rightarrow Na^{\cdot} + NaSO_4'$$
$$NaSO_4' \rightarrow Na^{\cdot} + SO_4''$$

und daß bei mäßigen Verdünnungen die erstere Dissoziation viel weiter verläuft als die zweite. Somit ist der Ionisationsgrad (SO_4'': Gesamtsalz) des 0,05 molaren Natriumsulfats sicherlich kleiner als 70 %. Die Dissoziation des Natriumkarbonats dürfte aber eine noch schwächere sein; denn obwohl die elektrolytische Beweglichkeit des CO_3''-Ions wahrscheinlich größer ist als die des SO_4''-Ions und obwohl die 0,05 molare Natriumkarbonatlösung zu mehreren Prozent hydrolytisch gespalten ist, wurde ihre äquivalente Leitfähigkeit bei 18° von Kohlrausch und Grüneisen doch noch erheblich kleiner (72,9) als die einer gleich konzentrierten Sulfatlösung (78,4) gefunden. Hieraus geht hervor, daß ein Ionisationsgrad (CO_3'': Gesamtsalz) von 60 % für die 0,05 molare Sodalösung sicher nicht zu klein, eher aber noch zu hoch gegriffen ist. Setzt man unter Benutzung dieses Wertes in Versuch 11 Tab. 7 $b \cdot \beta = 0{,}05 \cdot 0{,}6 = 0{,}03$ Mol/l, so liefert Gleichung III nunmehr

$$k_2^{\text{korr.}} = 6{,}7 \cdot 10^{-11}$$

in guter Übereinstimmung mit dem aus Hydrokarbonatlösungen berechneten Wert.

Schwieriger zu schätzen ist der Ionisationsgrad der viermal so starken, 0,2 molaren Na_2CO_3 Lösung (Tab. 6 Nr. 12). Von den zwei für diese Lösung ermittelten $[H^{\cdot}]$-

[1]) Sitzungsber. Berl. Akad. 1904, S. 1215.

Digitized by Google

Werten ist, wie schon oben erwähnt, der koloriskopisch gefundene weniger zuverlässig, da sich der benutzte Indikator Alizaringelb an diesem Punkte der Skala in einem Gebiete geringer Empfindlichkeit befindet. Legt man die elektrometrische Messung zugrunde, so müßte man, um zu dem Werte $k_2 = 6{,}7 \cdot 10^{-11}$ zu gelangen, den Ionisationsgrad (CO_3'': Gesamtsalz) der 0,2 molaren Na_2CO_3-Lösung zu etwa 0,33 annehmen — eine durchaus wahrscheinliche Zahl, da für eine 0,2 molare Na_2SO_4-Lösung $\Lambda/\Lambda_\infty = 0{,}56$ ist und die soeben angestellten Überlegungen über die stufenweise Dissoziation von Na_2SO_4 und Na_2CO_3 auf die konzentrierteren Lösungen in erhöhtem Maße zutreffen.

Was schließlich die gemischten Lösungen beider Karbonate betrifft, so gestaltet sich die Korrektur für unvollständige Dissoziation für die Versuche der Tab. 7 sehr einfach, weil hier absichtlich in sämtlichen Gemischen die Gesamtkonzentration an Natrium gleich gewählt worden ist (0,1 normal). Daher ist nach der auf S. 255 erwähnten Regel über die Ionisation von Elektrolytmischungen der Ionisationsgrad des Natriumkarbonates einerseits, des Natriumhydrokarbonates andererseits im ganzen Mischungsgebiet als konstant anzunehmen, und zwar der des Karbonates, β, gleich dem seiner 0,05 molaren Lösung, also etwa 0,6, der des Hydrokarbonates, α, gleich dem seiner 0,1 normalen Lösung. Letzterer Wert ist zwar nicht gemessen, kann aber annähernd dem Dissoziationsgrade anderer binärer Natriumsalze in gleicher Konzentration gleichgesetzt, d. h. zu etwa 0,8 angenommen werden.

Diejenigen Werte von k_2, die in Tab. 7 nach Formel I

$$k_2 = [H^\cdot] \cdot \frac{b}{a}$$

berechnet wurden (Nr. 4—9), sind daher zur Anbringung der Korrektur mit $\frac{\beta}{\alpha} = \frac{0{,}6}{0{,}8} = 0{,}75$ zu multiplizieren. Aber auch für diejenigen k_2-Werte in den gemischten Lösungen von Tab. 7, die nach Formel II und III berechnet sind (Nr. 2, 3, 10) genügt, wie man sich leicht überzeugt, wegen der Kleinheit der Zusatzglieder in diesen Formeln praktisch dasselbe Korrekturverfahren. Man kann daher den Mittelwert von k_2 aus den Versuchen Nr. 2—10 der Tab. 7 bilden, der sich zu $7{,}3 \cdot 10^{-11}$ ergibt, und erhält daraus für die gemischten Karbonat-Hydrokarbonatlösungen der Tab. 7

$$k_2^{korr.} = 0{,}75 \cdot 7{,}3 \cdot 10^{-11} = 5{,}5 \cdot 10^{-11}.$$

Für die gemischten Lösungen der Tab. 6, in denen der Gesamt-Natriumgehalt nicht der gleiche war, müßte die Korrektur von k_2 in jedem Falle einzeln berechnet werden. Mit Rücksicht auf die mangelhafte Kenntnis der Dissoziationsgrade soll jedoch davon abgesehen werden. Nur soviel sei bemerkt, daß der unkorrigierte Mittelwert für die Versuche Nr. 2—11 in Tab. 6 $8{,}2 \cdot 10^{-11}$ beträgt (gegen $7{,}3 \cdot 10^{-11}$ in Tab. 7), und da in diesen konzentrierten Lösungen das Verhältnis $\beta : \alpha$ sicher noch etwas kleiner sein muß, als in den verdünnteren der Tab. 7, so würde der korrigierte Wert von k_2 demjenigen aus Tab. 7 jedenfalls sehr nahe kommen.

Als Endergebnis finden wir also aus den Versuchen mit

reinem Hydrokarbonat . . . . $k_2 = 6{,}5 \cdot 10^{-11}$
reinem Karbonat. . . . . $k_2 = 6{,}7 \cdot 10^{-11}$
Karbonat + Hydrokarbonat . . $k_2 = 5{,}5 \cdot 10^{-11}$

Digitized by Google

und können daher den runden Mittelwert für die zweite Dissoziationskonstante der Kohlensäure

$$k_2 = \frac{[H^\cdot] \cdot [CO_3'']}{[HCO_3']} = 6 \cdot 10^{-11}$$

als wohlbegründet annehmen.

Kritik der älteren Bestimmungen.

Der von uns gefundene Wert der Konstante k_2 steht im besten Einklang mit dem auf S. 246 angeführten Ergebnis von Mc Coy[1]) ($6{,}0 \cdot 10^{-11}$), steht aber wie dieses in Widerspruch mit den Berechnungen, die Bodländer[2]) auf die Hydrolysenbestimmungen an Sodalösungen von Shields[3]) gegründet hat. Bei näherer Durchsicht der Arbeit von Shields stellte sich jedoch ein Fehler in den Grundlagen seiner Rechnungen heraus, so daß seine experimentellen Ergebnisse einer neuen rechnerischen Bearbeitung unterzogen werden mußten.

Shields ermittelte die Hydrolysengrade einiger Salze schwacher Säuren nach der sog. Äthylacetatmethode. Die Verseifung des Äthylacetats verläuft mit einer der jeweiligen OH'-Konzentration proportionalen Geschwindigkeit. Mit Hilfe der spezifischen Geschwindigkeitskonstante der Verseifung, d. h. der Geschwindigkeitskonstante für die OH'-Konzentration 1, kann man somit die OH'-Konzentration jeder Lösung berechnen, deren Verseifungsgeschwindigkeit gemessen wurde.

Der Hydrolyse des Salzes einer schwachen einbasischen Säure:

$$\text{Salz} + H_2O \rightleftarrows \text{Säure} + \text{Alkali}$$

entspricht nach Shields die Hydrolysenkonstante[4]):

$$K = \frac{[\text{Säure}] \cdot [\text{Alkali}]}{[\text{Salz}]}$$

Für die Berechnung von K aus der Verseifungsgeschwindigkeit von Äthylacetat durch eine Lösung des Salzes leitet Shields unter Zugrundelegung bekannter kinetischer Prinzipien folgende Gleichung ab:

$$K = \frac{\frac{C_2}{C-C_2} \log \text{nat} \frac{C_2-x_0}{C_2-x_1} - \frac{C}{C-C_2} \log \text{nat} \frac{C-x_0}{C-x_1}}{k\ (t_1-t_0)}$$

Hier bedeuten C_2 und C die Konzentrationen des Salzes und des Esters in der ursprünglichen, noch unverseiften Lösung, C_2-x und $C-x$ die entsprechenden Konzentrationen zur Zeit t (in Minuten); x ist somit die Menge des für die fortschreitende

---

1) Amer. Chem. Journ. **29**, 437 (1903).

2) Zeitschr. physik. Chem. **35**, 23 (1900).

3) Zeitschr. physik. Chem. **12**, 174 (1893).

4) Die wahre Hydrolysenkonstante wäre entsprechend dem Vorgang:

$$Ac' + H_2O \rightleftarrows HAc + OH'$$

durch die Gleichung

$$K = \frac{[HAc][OH']}{[Ac']}$$

zu definieren; Shields nimmt jedoch auf die unvollständige oder ungleiche Ionisation von Salz und Alkali keine Rücksicht. Über die hierdurch bedingten Korrekturen vergl. S. 268 und 269.

Digitized by Google

Verseifung verbrauchten Alkalis; k ist die spezifische Geschwindigkeitskonstante der Verseifungsreaktion bei der Versuchstemperatur, 24,2°, = 6,23.

Shields wendet diese Gleichung auch auf die Hydrolyse des Natriumkarbonats, also eines Salzes einer zweibasischen Säure, an. Ein prinzipielles Bedenken hiergegen besteht nicht, da dieser Vorgang der Hydrolyse eines einwertigen Salzes ganz analog verläuft:

$$CN' + H_2O \rightarrow HCN + OH'$$
$$CO_3'' + H_2O \rightarrow HCO_3' + OH'.$$

Offenbar muß bei der Übertragung der Gleichung für k auf diesen Fall C_2 die molare Konzentration des Karbonats bedeuten. Shields setzt aber irrtümlich für C_2 (bezw. $C_2 - x$) die Äquivalentkonzentration des im Anfang (bezw. zur Zeit t) vorhandenen, titrimetrisch bestimmten Karbonats ein; er nimmt also wohl an, daß für je 1 Äquivalent hydrolysierten Karbonats ein OH'-Ion entsteht, daß also die Hydrolyse durch den Vorgang:

$$CO_3'' + 2\,H_2O \rightarrow H_2CO_3 + 2\,OH'$$

dargestellt wird. In Wahrheit spielt aber diese Reaktion — die man als zweite Stufe der Hydrolyse bezeichnen könnte — nur eine verschwindend kleine Rolle gegenüber der oben formulierten ersten Stufe.

Um dieses Versehen wieder gut zu machen, sind in der zur Berechnung von k dienenden Gleichung für Natriumkarbonat die von Shields benutzten Werte von C_2 und x zu halbieren, was eine Neuberechnung für jeden einzelnen Fall erfordert.

Diese Neuberechnung haben wir für sämtliche Messungen der 4 von Shields mit Natriumkarbonatlösungen ausgeführten Versuchsreihen vorgenommen. Im Anschluß an Shields haben wir zur Vereinfachung der Rechnung innerhalb jeder Versuchsreihe die dabei unveränderlichen Werte C, C_2, k und den Modulus soweit wie möglich in die Konstante hineingenommen und nur den Ausdruck

$$K_1 = \frac{\log \frac{C_2 - x_0}{C_2 - x_1} - \frac{C}{C_1} \log \frac{C - x_0}{C - x_1}}{t_1 - t_0} \quad [1]$$

berechnet. Aus dem Mittel der erhaltenen Werte wurde dann für jede Versuchsreihe die Hydrolysenkonstante

$$K = \frac{K_1 \cdot C_2}{k\,(C - C_2) \cdot 0{,}4343} \quad [2]$$

berechnet.

Die nachstehende Tabelle 8 enthält die Ergebnisse der Neuberechnung der 4 Tabellen von Shields (a. a. O. S. 174/175).

---

[1] d. i. die von Shields in „willkürlichen Einheiten berechnete Konstante".

[2] Die K-Werte bei Shields sind in Wirklichkeit 100 K (vergl. auch van Laar, Zeitschr. physik. Chem. 12, 745 [1893]).

Digitized by Google

Tabelle 8. Neuberechnung der Versuche von Shields über die hydrolytische Spaltung von Sodalösungen.

A. Na_2CO_3 0,19 Mol im Liter.

t in Min.	Mol $Na_2CO_3 \cdot 10^2$ Titration 1	Mol $Na_2CO_3 \cdot 10^2$ Titration 2	Mittel von Titr. 1 u. 2 $(C_2 - x) \cdot 10^2$	$x \cdot 10^2$	Esterkonz. $(C - x) \cdot 10^2$	$K_1 \cdot 10^4$
0	19,00	19,00	19,00	—	48,70	—
2 (t_0)	18,15	18,10	18,13	0,87	47,83	—
4	17,40	17,27	17,34	1,66	47,04	[40]
8	16,55	16,65	16,60	2,40	46,30	36
12	15,95	15,99	15,97	3,03	45,67	35
20	15,15	15,15	15,15	3,85	44,85	36
30	14,72	14,74	14,73	4,27	44,43	[28]
50	13,23	13,26	13,25	5,75	42,95	34
85	11,80	11,95	11,88	7,12	41,58	33
155	10,10	9,97	10,04	8,96	39,74	33
						Mittel 34,5

$K = 8,16 \cdot 10^{-5}$

B. Na_2CO_3 0,094 Mol im Liter.

t in Min.	Mol $Na_2CO_3 \cdot 10^2$ Titration 1	Mol $Na_2CO_3 \cdot 10^2$ Titration 2	Mittel von Titr. 1 u. 2 $(C_2 - x) \cdot 10^2$	$x \cdot 10^2$	Esterkonz. $(C - x) \cdot 10^2$	$K_1 \cdot 10^4$
0	9,40	9,40	9,40	—	48,70	—
2 (t_0)	9,07	9,05	9,06	0,34	48,36	—
4	8,85	8,10	8,48	0,92	47,78	—
8	7,85	7,60	7,73	1.67	47,03	10,3
12	7,30	7,25	7,28	2,12	46,58	10,5
16	6,95	6,90	6,93	2,47	46,23	10,6
20	6,60	6,62	6,61	2,79	45,91	11,0
24	6,40	6,35	6,38	3,02	45,68	11.1
32	5,82	6,08	5,95	3,45	45,25	11,0
66	5,12	5,10	5,11	4,29	44,41	[8,9]
						Mittel 10,75

$K = 9,50 \cdot 10^{-5}$

C. Na_2CO_3 0,0477 Mol im Liter.

t in Min.	Mol $Na_2CO_3 \cdot 10^2$ Titration 1	Mol $Na_2CO_3 \cdot 10^2$ Titration 2	Mittel von Titr. 1 u. 2 $(C_2 - x) \cdot 10^2$	$x \cdot 10^2$	Esterkonz. $(C - x) \cdot 10^2$	$K_1 \cdot 10^4$
0	4,77	4,77	4,77	—	48,70	—
2 (t_0)	4,30	4,33	4,32	0,45	48,25	—
4	3,84	3,90	3,87	0,90	47,80	29,5
8	3,44	3,50	3,47	1,30	47,40	24,0
12	3,01	3,18	3,10	1,67	47,03	30,5
16	2,90	2,96	2,93	1,84	46,86	27,8
32	2,47	2,25	2,36	2,41	46,29	26,2
40	2,05	2,07	2,06	2,71	45,99	28,6
62	1,52	1,60	1,56	3,21	45,49	30,2
92	1,22	1,24	1,23	3,54	45,16	28,0
						Mittel 28,1

$K = 11,3 \cdot 10^{-5}$

D. Na_2CO_3 0,0238 Mol im Liter.

t in Min.	Mol $Na_2CO_3 \cdot 10^2$ Titration 1	Mol $Na_2CO_3 \cdot 10^2$ Titration 2	Mittel von Titr. 1 u. 2 $(C_2 - x) \cdot 10^2$	$x \cdot 10^2$	Esterkonz. $(C-x) \cdot 10^2$	$K_t \cdot 10^4$
0	2,38	2,38	2,38	—	48,70	—
2 (t_0)	1,95	2,25	2,10	0,28	48,42	—
4	1,75	1,80	1,78	0,60	48,10	65,3
8	1,35	1,53	1,44	0,94	47,76	69,8
12	1,22	1,23	1,23	1,15	47,55	71,3
16	1,10	1,17	1,14	1,24	47,46	62,5
20	1,02	1,07	1,05	1,33	47,37	59,2
28	0,75	0,85	0,80	1,58	47,12	68,3
56	0,49	0,41	0,45	1,93	46,77	66,9

Mittel 66,2

$K = 12{,}6 \cdot 10^{-5}$

Die so berechneten Werte von K sind etwa halb so groß wie die von **Shields** angegebenen. Sie zeigen (ebenso wie jene) einen deutlichen, von der Konzentration der Sodalösung abhängigen Gang, der auf die Nichtberücksichtigung der unvollständigen Dissoziation zurückzuführen ist. Um hierfür eine Korrektur anzubringen, ist es, wie eine Prüfung an Hand der Ableitung der Formel von **Shields** ergibt, nur erforderlich, die Werte von K mit α/β zu multiplizieren, wo α wieder den Ionisationsgrad von Natriumhydrokarbonat, β denjenigen von Natriumkarbonat (d. h. das Verhältnis $[CO_3'']$: [Gesamtnatriumkarbonat]) bedeutet. Da während eines Verseifungsversuches der Gesamtgehalt der Lösung an Na konstant bleibt, kann zur Schätzung von α und β wieder die oben erwähnte Regel über den Dissoziationsgrad gemischter gleichioniger Elektrolyte Anwendung finden; für β gelten die gleichen Überlegungen wie oben auf S. 263. In der nachfolgenden Zusammenstellung, Tabelle 9, ist die Korrektur von K auf diese Weise ausgeführt, die benutzten Dissoziationsgrade α und β sind angegeben. $K^{korr.}$ bedeutet also die wahre Hydrolysenkonstante des Karbonations:

$$\frac{[OH'] \cdot [HCO_3']}{[CO_3'']}$$

Die Dissoziationskonstante des Hydrokarbonations k_2 ergibt sich aus $K^{korr.}$ durch Division in die Wasserkonstante $k_w = [H^{\cdot}] \cdot [OH']$, die für $24{,}2^0 = 1{,}05 \cdot 10^{-14}$ gesetzt werden kann; sie ist in der letzten Spalte angegeben.

Tabelle 9. Die Hydrolysenkonstante des Karbonations, nach den Versuchen von Shields neu berechnet.

Versuchsreihe	Na_2CO_3 Mol/lit.	$K \cdot 10^5$ nach Shields	$K \cdot 10^5$ neu berechnet	Zur Korrektur benutzte Dissoziationsgrade α	Zur Korrektur benutzte Dissoziationsgrade β	$K^{korr.} \cdot 10^5$	$k_2 \cdot 10^{11}$ $\left(k_2 = \frac{k_w}{K^{korr.}}\right)$
A	0,190	(17,38)	8,16	0,75	0,33	18,4	5,7
B	0,0940	(19,54)	9,50	0,8	0,5	15,2	6,9
C	0,0477	(23,83)	11,3	0,85	0,6	16,0	6,6
D	0,0238	(25,86)	12,6	0,9	0,7	16,2	6,5

Mittelwerte: $1{,}65 \cdot 10^{-4}$ $6{,}4 \cdot 10^{-11}$

Wie man sieht, ist durch die Korrektur der Gang von K verschwunden, die geringen Schwankungen sind auf Versuchsfehler und auf die Unsicherheit in der Schätzung von α und β zurückzuführen. Der Mittelwert von k_2, $6,4 \cdot 10^{-11}$, stimmt überraschend gut mit unseren eigenen Ergebnissen und denen von Mc Coy ($6 \cdot 10^{-11}$) überein; der Unterschied der Versuchstemperaturen 24,2°, 25° und 18° hat also auf die Dissoziationskonstante des Hydrokarbonations keinen merklichen Einfluß. Bodländer gelangte aus den Ergebnissen von Shields zu dem viel zu kleinen Wert für k_2 $1,3 \cdot 10^{-11}$, weil er zwar seinerseits den Verlauf der Hydrolyse richtig annahm:

$$CO_3'' + H_2O \rightarrow HCO_3' + OH',$$

aber die von Shields auf Grund irriger Annahmen errechneten falschen [OH']-Konzentrationen benutzte.

Zur richtigen Berechnung von [OH'] aus $K^{korr.}$ muß man ebenso verfahren, wie Shields mit seinen K-Werten verfährt, nur ist es auch hier erforderlich, die Art des Einflusses der unvollständigen Dissoziation sorgfältig zu prüfen. Setzt man dabei — was hier unbedenklich geschehen kann — den Dissoziationsgrad des Natriumhydroxyds gleich dem stark dissoziierter einwertiger Na-Salze, also $= \alpha$, so findet man schließlich

$$[OH']^2 = K^{korr.} \left(\beta \cdot C_2 - \frac{[OH']}{\alpha}\right).$$

Die aus dieser quadratischen Gleichung berechneten [OH']-Werte sind in Tab. 10 den von Shields angegebenen und bisher in der Literatur allgemein benutzten gegenübergestellt.

Der prozentische Hydrolysengrad endlich berechnet sich verschieden, je nachdem man nur das OH-Ion oder die gesamte durch Hydrolyse entstandene Natronlauge ins Auge faßt, im einen Falle zu

$$p_1 = \frac{[OH'] \cdot 100}{C_2},$$

im anderen zu

$$p_2 = \frac{[OH'] \cdot 100}{\alpha \cdot C_2}.$$

Auch diese Werte sind in Tab. 10 den von Shields angegebenen Hydrolysengraden gegenübergestellt.

Tabelle 10. Alkalität und Hydrolysengrad von Sodalösungen, nach den Versuchen von Shields neu berechnet.

Versuchsreihe	Na_2CO_3 Mol/l	[OH'] Millimol/l nach Shields	[OH'] Millimol/l neu berechnet	Hydrolysengrad nach Shields %	Hydrolysengrad neu berechnet p_1 (für OH') %	Hydrolysengrad neu berechnet p_2 (für Natronlauge) %
A	0,190	(8,04)	3,29	(2,12)	1,73	2,31
B	0,0940	(5,96)	2,58	(3,17)	2,74	3,43
C	0,0477	(4,65)	2,05	(4,87)	4,30	5,05
D	0,0238	(3,38)	1,56	(7,10)	6,55	7,28

Digitized by Google

Die Alkalität der Sodalösungen ergibt sich also bei richtiger Verwertung der Shieldsschen Messungen viel kleiner, als Shields selbst sie berechnete. Die Zahlen für den prozentischen Hydrolysengrad haben sich durch die Neuberechnung weniger geändert, aber eine ganz andere Bedeutung gewonnen, da Shields infolge der irrigen Formulierung des Hydrolysenvorganges auch etwas anderes unter „Hydrolysengrad" verstand.

Zum Schluß seien noch die Versuche von Koelichen[1]) zur Bestimmung der Hydrolyse von Sodalösungen kurz besprochen. Koelichen maß die Geschwindigkeit der Spaltung von Diacetonalkohol zu Aceton in wässeriger Lösung bei Gegenwart von Natriumkarbonat. Unter der Annahme, daß diese Geschwindigkeit der OH′-Konzentration proportional ist, und unter Zugrundelegung des Geschwindigkeitswertes für 0,0942 normale Natronlauge, die zu 0,92 · 0,0942 normal an OH′ angenommen wurde, ermittelte er die OH′-Konzentration einiger Sodalösungen bei 25,2° und berechnete daraus gemäß der Gleichung

$$Na_2CO_3 + H_2O \rightleftarrows NaHCO_3 + NaOH$$

den prozentischen Hydrolysengrad p_1. In der folgenden Tab. 11 sind die so von Koelichen gefundenen Hydrolysengrade den von uns aus den Shieldsschen Versuchen in nahezu gleich konzentrierten Lösungen berechneten gegenübergestellt.

Tabelle 11. Hydrolyse von Natriumkarbonatlösungen bei 25,2° nach Koelichen.

Na_2CO_3 Mol/lit.	Hydrolysengrad OH′/Gesamt-Na_2CO_3 %	Nach Shields neu berechnet	
		Na_2CO_3 Mol/lit.	Hydrolysengrad OH′/Gesamt-Na_2CO_3 %
0,492	0,53	—	—
0,1884	1,56	0.190	1,73
0,0942	2,22	0,0940	2,74
0,0471	3,57	0,0477	4,30

Die Berechnungen Koelichens bedürfen jedoch einer kritischen Überprüfung. Seine Versuche mit Alkalien und anderen Basen erbringen nur den Nachweis, daß die Geschwindigkeit der Diacetonalkoholspaltung der OH′-Konzentration annähernd proportional ist. Bei den Versuchen mit Natronlauge verschiedener Konzentration nahm die auf die Einheit der OH′-Konzentration berechnete spezifische Geschwindigkeitskonstante mit wachsender Verdünnung ab, und zwar, wenn man die von Koelichen angenommenen Dissoziationsgrade benutzt, von 0,25 bis 0,19 (bei Einsetzung anderer Dissoziationsgrade verschieben sich die Werte). Koelichen glaubt, dies auf die Aufnahme von Kohlendioxyd aus der Luft zurückführen zu sollen, was wohl aber nicht ganz sicher ist. Aber auch bei den Versuchen mit

[1]) Zeitschr. f. physik. Chem. 33, 172 (1900).

Digitized by Google

schwächeren Basen, Piperidin, Triäthylamin, Ammoniak wurden auf Grund der Proportionalitätshypothese unter Zugrundelegung der Versuche mit Natronlauge stets kleinere OH′-Konzentrationen berechnet, als nach Bredigs Leitfähigkeitsmessungen [1]) zu erwarten war, und zwar besonders in den an OH′ ärmsten Lösungen. Koelichen führt dies auf sekundäre Reaktionen zwischen dem Aceton sowie dem Diacetonalkohol und den Basen zurück, die einen beträchtlichen Teil der OH′-Ionen aus dem Reaktionsgemische verschwinden lassen sollen. Er stützt diese Hypothese durch den Nachweis, daß die Leitfähigkeit der genannten Basen in Gegenwart des Acetons und seines Kondensationsproduktes eine entsprechend große Erniedrigung erfährt. Schließlich konstatiert Koelichen noch einen erheblichen Einfluß der Neutralsalze auf die Geschwindigkeitskonstante; dieser Einfluß ist je nach der Individualität des Salzes vergrößernd oder verkleinernd.

Nach alledem scheinen sich der einfachen Proportionalität zwischen OH′-Konzentration und Geschwindigkeitskonstante verschiedene Einflüsse zu überlagern, und man wird die Genauigkeit der Methode zur Bestimmung von OH′-Konzentrationen nicht allzu hoch einschätzen dürfen.

Sucht man aber dennoch aus den Messungen von Koelichen an Natriumkarbonat genauere Schlüsse zu ziehen, so wird man sich fragen müssen, ob es berechtigt ist, die Geschwindigkeitskonstanten dieser schwach alkalischen Lösungen gerade mit derjenigen einer 0,0942 n Natronlauge zu vergleichen. Die Anschauung von Koelichen, daß nur bei schwachen Stickstoffbasen die Geschwindigkeitskonstante dem OH′-Gehalte nicht mehr proportional sei, ist nicht genügend gestützt, da er von schwächeren Basen nur solche des Stickstoffs untersuchte, andererseits aber auch bei schwacher Natronlauge derartige Abweichungen fand. So wird es nur folgerichtig sein, wenn man die Geschwindigkeitsmessungen mit schwach alkalischen Sodalösungen nicht auf die Konstante einer stark alkalischen Natronlauge, sondern auf die Messungen mit einer Base von etwa gleicher katalytischer Wirkung auf die Spaltungsreaktion bei etwa gleichem molarem Gesamtgehalt der Lösung an Elektrolyt bezieht. Hierfür eignet sich unter den von Koelichen untersuchten Basen am besten das Triäthylamin.

Bei der Verwertung dieser Messungen ist jedoch zu berücksichtigen, daß die von Bredig ermittelte Dissoziationskonstante des Triäthylamins, wie Bredig schon selbst andeutete [2]), wegen Benutzung eines ungenauen Wertes für die elektrolytische Beweglichkeit des OH′-Ions einer erheblichen Korrektur bedarf. Bei Einsetzung der heute angenommenen Beweglichkeit von OH′ bei 25° (196 in reziproken Ohms = 184 in rez. Quecksilbereinheiten) ergeben Bredigs Leitfähigkeitsmessungen an Triäthylaminlösungen die Dissoziationskonstante $5{,}4 \cdot 10^{-4}$ (statt $6{,}4 \cdot 10^{-4}$). Hieraus kann man in bekannter Weise die OH′-Konzentration der von Koelichen benutzten Triäthylaminlösungen berechnen und mit den dabei gefundenen Geschwindigkeitskonstanten der Spaltung des Diacetonalkohols vergleichen, wie dies in nachstehender Tabelle 12 geschehen ist.

---

[1]) Zeitschr. physik. Chem. **13**, 294 (1894).

[2]) Zeitschr. physik. Chem. **13**, 293 (Fußnote) (1894).

Digitized by Google

Tabelle 12. Geschwindigkeitskonstanten der Spaltung von Diacetonalkohol bei 25,2° bei Gegenwart von Triaethylamin, nach Koelichen neu berechnet.

Triäthylamin Mol/l	k	[OH'] Mol/l	k/[OH']	
0,1884	0,002 019	0,00 983	0,205	Mittel 0,204
0,0942	0,001 419	0,00 687	0,206	
0,0625	0,001 133	0,00 554	0,205	
0,0471	0,000 954	0,00 478	0,200	
0,0058	0,000 274	0,00 152	0,180	

Unter Ausschaltung der Messung an der verdünntesten Lösung, bei der sich sekundäre Einflüsse am stärksten geltend machen können, ergibt sich als Mittelwert für die spezifische Geschwindigkeitskonstante 0,204. Mit diesem Werte ist nun aus Koelichens Messungen an Natriumkarbonatlösungen deren Hydrolyse neu berechnet und in Tabelle 13 den von uns aus den Shieldsschen Messungen für Lösungen nahezu gleicher Konzentration berechneten Hydrolysengraden gegenübergestellt worden.

Tabelle 13. Hydrolyse von Natriumkarbonatlösungen bei 25,2°, aus der Geschwindigkeit der Spaltung von Diacetonalkohol nach Koelichen neu berechnet.

Na_2CO_3 Mol/lit.	Geschwindigkeitskonstante k	$[OH'] = \frac{k}{0,204}$ Mol/lit.	Hydrolysengrad $p_1 =$ [OH']/Gesamt-Na_2CO_3 %	p_1 nach Shields neu berechnet (24,2°) %
0,942	0,001 233	0,00 605	0,64	—
0,1884	0,000 732	0,00 359	1,90	1,73
0,0942	0,000 521	0,00 256	2,71	2,74
0,0471	0,000 419	0,00 205	4,35	4,30

Gegenüber der ursprünglichen Berechnung von Koelichen (vergl. Tabelle 11) ist nunmehr die Übereinstimmung der aus beiden ganz verschiedenartigen Messungsreihen gefolgerten Hydrolysengrade sehr befriedigend. Ohne dies Ergebnis überschätzen zu wollen, kann doch so viel behauptet werden, daß die Messungen von Koelichen mit den anderweitigen Bestimmungen von Shields, Mc Coy und uns nicht in Widerspruch stehen. Wir selbst hatten (vergl. Tabelle 7 Nr. 11) den OH'-Gehalt einer 0,05 molaren Sodalösung bei 18° zu 0,00165, also ihren Hydrolysengrad zu 3,30% gefunden. Da nun die Hydrolyse mit steigender Temperatur annähernd proportional der Quadratwurzel aus der Wasserkonstante zunimmt (wenn man nämlich die Temperaturabhängigkeit der zweiten Dissoziationskonstante der Kohlensäure vernachlässigt), so würde sich der Hydrolysengrad der 0,05 molaren Sodalösung bei 25° zu

$$3{,}30 \cdot \sqrt{\frac{1{,}12 \cdot 10^{-14}}{0{,}64 \cdot 10^{-14}}} = 4{,}36\,\%$$

ergeben, in völliger Übereinstimmung mit den obigen Berechnungen nach Shields und Koelichen an der nahezu 0,05 molaren Lösung (Tabelle 13, letzte Zeile).

Zu einer Berechnung der Hydrolysenkonstante K und der Dissoziationskonstante des Hydrokarbonations k_2 erscheint die Grundlage der Koelichenschen Methode nicht genügend sicher, aber natürlich ergeben die Zahlen der Tabelle 13 bei entsprechender Verwertung auch hier wieder Übereinstimmung mit den früheren Berechnungen. Für k_2 ergibt sich aus den 3 letzten Versuchen von Tabelle 13 im Mittel $6{,}6 \cdot 10^{-11}$.

Endergebnis.

Als Ergebnis dieser kritischen Durchrechnung der älteren Arbeiten und aus unseren eigenen Versuchen finden wir also für die zweite Dissoziationskonstante der Kohlensäure

$$k_2 = \frac{[H^{\cdot}] \cdot [CO_3'']}{[HCO_3']}$$

bei 24,2°: $6{,}4 \cdot 10^{-11}$ nach Shields
„ 25,2°: ($6{,}6 \cdot 10^{-11}$ nach Koelichen)
„ 25° : $6{,}0 \cdot 10^{-11}$ nach Mc Coy
„ 18° : $6 \cdot 10^{-11}$ nach Auerbach und Pick.

Danach ist es als mit großer Sicherheit nach vier gänzlich verschiedenen Methoden festgestellt anzusehen, daß die zweite Dissoziationskonstante der Kohlensäure einen von $6 \cdot 10^{-11}$ nur wenig abweichenden Wert und einen nur kleinen Temperaturkoeffizienten besitzt.

Die Hydrolysenkonstante des Karbonations

$$\frac{[OH'] \cdot [HCO_3']}{[CO_3'']} = \frac{k_w}{k_2}$$

hat somit den Wert

$$\text{bei } 18^0: \quad \frac{0{,}64 \cdot 10^{-14}}{6 \cdot 10^{-11}} = 1{,}1 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{bei } 25^0: \quad \frac{1{,}12 \cdot 10^{-14}}{6 \cdot 10^{-11}} = 1{,}9 \cdot 10^{-4}$$

Unter Benutzung dieser Werte wurde nunmehr die Hydrolyse einiger Sodalösungen im Konzentrationsgebiet 0,2 bis 0,001 molar für Temperaturen von 18° und 25° nach der auf S. 269 angegebenen Gleichung berechnet und in Tabelle 14 zusammengestellt.

Tabelle 14. Hydrolyse von Natriumkarbonatlösungen bei 18 und 25°.

Gesamtkonzentration Na_2CO_3 Mol/l	Hydrolyse bei 18°		Hydrolyse bei 25°	
	OH' Millimol/l	OH' Prozent der Gesamtkonzentration	OH' Millimol/l	OH' Prozent der Gesamtkonzentration
0,2	2,6	1,3 %	3,4	1,7 %
0,1	2,2	2,2 „	2,9	2,9 „
0,05	1,7	3,5 „	2,3	4,5 „
0,01	0,87	8,7 „	1,13	11,3 „
0,005	0,62	12,4 „	0,80	16 „
0,001	0,27	27 „	0,34	34 „

Digitized by Google

Hingegen ist die OH'-Konzentration wässeriger Natriumhydrokarbonatlösungen in einem weiten Konzentrationsbereich unabhängig von der Konzentration; sie beträgt (vergl. S. 259) $\frac{k_w}{\sqrt{k_1 \cdot k_2}}$, d. i.

bei 18° . . . . 0,0015 Millimol/l.
bei 25° . . . . 0,0025 „

Erst bei Konzentrationen unterhalb 0,001 Mol Hydrokarbonat im Liter findet ein langsames Absinken des OH'-Gehaltes mit steigender Verdünnung statt.

Zusammenfassung.

1. Die Alkalität wässeriger Lösungen von Natriumkarbonat, Natriumhydrokarbonat und Gemischen beider wurde bei 18° nach der Indikatorenfärbungsmethode in der von S. P. L. Sörensen angegebenen Ausführung gemessen.

2. Aus der Alkalität dieser Lösungen wurde unter Berücksichtigung der unvollständigen Ionisation der Salze die zweite Dissoziationskonstante der Kohlensäure $\frac{[H^{\cdot}] \cdot [CO_3'']}{[HCO_3']}$ zu $6 \cdot 10^{-11}$ berechnet.

3. Dieses Ergebnis stimmt mit den Versuchen von Mc Coy überein, widerspricht jedoch den Berechnungen von Shields. In letzteren wurde aber ein grundsätzlicher Irrtum aufgedeckt, nach dessen Korrektur Übereinstimmung mit unseren Messungen sich ergab. Auch die Bestimmungen von Koelichen stehen bei einer kritischen Neuberechnung mit den anderen nicht mehr im Widerspruch[1]).

4. Aus den nunmehr übereinstimmenden Ergebnissen von vier verschiedenen Untersuchungsverfahren wurde die Hydrolyse von Sodalösungen verschiedener Konzentration bei 18° und 25° berechnet (Tab. 14). Die Alkalität von Natriumhydrokarbonatlösungen ist über ein weites Konzentrationsgebiet konstant.

Berlin, im Mai 1911. Chem. Laboratorium des Kaiserl. Gesundheitsamtes.

[1]) Nach einer freundlichen Privatmitteilung von Prof. Dr. R. Luther in Dresden ist in dessen Laboratorium gleichzeitig mit unserer Untersuchung die zweite Dissoziationskonstante der Kohlensäure auf unabhängigem Wege mit nahezu dem gleichen Ergebnis bestimmt worden.

Ende des 2. Heftes.
Abgeschlossen am 15. August 1911.

Digitized by Google

Beiträge zur Kenntnis der Tuberkulose-Überempfindlichkeit.

Von

Prof. Dr. F. Neufeld, und Dr. H. Dold,

Regierungsrat, wissenschaftlichem Hilfsarbeiter

im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Die Entdeckung Kochs, daß bei tuberkulösen Meerschweinchen eine zweite subkutane Infektion mit Tuberkelbazillen anstatt zu fortschreitender Infektion zu einer Nekrose und Abstoßung der Impfstelle führt, und die weitere grundlegende Entdeckung, daß nur der tuberkulöse Organismus auf das lösliche Tuberkelbazillengift, das Tuberkulin, eine typische Reaktion zeigt, bedeuten gleichzeitig die erste Feststellung einer spezifischen Überempfindlichkeit.

Den Zusammenhang der Tuberkulinüberempfindlichkeit mit der Eiweißanaphylaxie haben zuerst v. Pirquet und Schick (1903) erkannt; sie erklären die Tuberkulinreaktion ebenso wie die Serumkrankheit durch das Auftreten spezifischer Antikörper.

Als zweifelhaft muß es allerdings angesehen werden, inwieweit sich diese supponierten Antikörper mit den in letzter Zeit eifrig studierten anaphylaktischen Antikörpern gegen andere Bakterien in Parallele stellen lassen. Dörr (1) sowie Römer und Joseph (2) unterscheiden die mit Fieber einhergehende Tuberkulinreaktion streng von der durch Temperatursturz und die bekannten akuten Symptome gekennzeichneten echten Bakterienanaphylaxie. Für den Fall, daß das Vorkommen der letzteren, wie für manche andere Bakterien, so auch für Tuberkelbazillen sicher gestellt würde, muß man nach Dörr annehmen, daß die Tuberkelbazillen bezw. ihre Derivate neben dem Tuberkulin spezifische Eiweißstoffe enthalten, die antigen wirken und die Bildung des anaphylaktischen Antikörpers auslösen.

Versuche zur Gewinnung eines „Anaphylatoxins" aus Tuberkelbazillen.

Eine wesentliche Förderung hat die Frage der Bakterienanaphylaxie dadurch erfahren, daß Friedberger die Herstellung des anaphylaktischen Giftes aus verschiedenen Bakterien, darunter auch Tuberkelbazillen, durch Zusatz von (Normal- oder Immun-)Ambozeptor und Komplement in vitro gelang. In einer früheren Arbeit (3) haben wir diese Befunde für verschiedene Bakterienarten bestätigen können; dagegen ist uns bei Tuberkelbazillen die Gewinnung eines akut tödlichen Giftes nicht so regelmäßig gelungen.

Technik.

Die Versuche wurden wie die früheren an Meerschweinchen ausgeführt. Verwendet wurden, soweit möglich, junge Meerschweinchen von ca. 200 g Körpergewicht. Eine Ausnahme bilden Versuch 20 und 21, wo Kaninchen injiziert wurden. Die Injektionen geschahen intravenös in die Jugularvene. Es wurden meist frische, lebende, 3—6 Wochen alte Kulturen, die auf Glyzerinbouillon gewachsen waren, verwendet. Eine Anzahl Versuche wurde auch mit im Exsikkator getrockneten und dann zerriebenen Tuberkelbazillen angestellt. Wir benutzten verschiedene Stämme von humanen und bovinen Tuberkelbazillen; die Bakterienmenge variierte von 1—200 mg.

Zunächst sensibilisierten wir die jeweils in 1 ccm physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmten Bazillen nach Friedberger 24 Stunden lang im Eisschrank mit dem spezifischen Serum, wobei wir teils Höchster-Serum, teils eigenes, durch mehrfache Vorbehandlung mit lebenden Tuberkelbazillen gewonnenes, gut agglutinierendes, präzipitierendes und Komplement-ablenkendes Ziegenserum in Mengen von 0,1—1,0 ccm verwendeten. Eine große Anzahl von Versuchen wurde auch ohne vorherige Sensibilisierung der Bazillen mit spezifischem Serum ausgeführt. Nachdem das spezifische Serum 24 Stunden im Eisschrank auf die Bazillen eingewirkt hatte, wurde es abzentrifugiert und entfernt. Hierauf wurden die beladenen Bazillen mit 4,0 ccm frischem Meerschweinchenserum 24 Stunden lang im Eisschrank digeriert; das Serum wurde sodann abzentrifugiert und der Abguß injiziert.

Später wurde versucht, das Gift bei Brutschranktemperatur zu gewinnen. Die Bazillen wurden $^1/_2$—1 Stunde mit dem spezifischen Serum beladen; das spezifische Serum wurde sodann abzentrifugiert und entfernt. Die beladenen Bazillen wurden $3^1/_2$—24 Stunden bei 37° mit frischem Meerschweinchenserum digeriert, das Serum nach Ablauf dieser Zeit klar zentrifugiert und der Abguß Meerschweinchen intrajugular injiziert.

Man ersieht aus der nachstehenden Tabelle (S. 277 u. 278), daß es uns unter 49 Versuchen nur 9 mal (bezw. 10 mal, wenn man den Versuch 16 mit einrechnen will) gelang, aus Tuberkelbazillen ein akut wirkendes Gift abzuspalten, nämlich bei Versuch 32, 34, 37, 40, 42, 43, 44, 46 und 48. Während bei Versuch 16 der Tod erst nach $^1/_2$ Stunde eintrat, erfolgte er bei den übrigen Versuchen prompt innerhalb 2—5 Minuten.

Es gelang uns bei dieser Versuchsreihe in keinem Falle, aus nicht sensibilisierten lebenden oder zerriebenen Bazillen (Stamm Sputum 6a, Stamm B II, zerriebene Bazillen) das Gift abzuspalten[1]). Bei den Versuchen, wo die sensibilisierten Bazillen 24—48 Stunden im Eisschrank digeriert worden waren, gelang es nur einmal ein Gift zu gewinnen, welches Krämpfe bei dem Meerschweinchen erzeugte und zwar nicht ganz akut, aber doch innerhalb 30 Minuten zum Tode des Tieres führte (Versuch 16). Erfolgreicher waren die Versuche, bei denen die sensibilisierten Bazillen bei 37° mit dem Komplement digeriert wurden. Hier gelang es unter 21 Versuchen 9 mal Krämpfe und akuten Tod (Versuch 32, 34, 37, 40, 42, 43, 44, 46 und 48) bei den Tieren zu erzielen, während es in 10 weiteren Fällen (Versuch 29, 30, 35, 36, 38, 39, 41, 45, 47, 49) wenigstens zu Krämpfen kam. Beinahe mit Regelmäßigkeit ließ sich das Gift aus dem humanen Tuberkelbazillenstamm A II (Versuch 40—49) abspalten; die Menge der Bakterien übte dabei innerhalb weiter Grenzen anscheinend keinen besonderen Einfluß aus. Dies ist ein Stamm, der schon seit vielen Jahren in Reinkultur fortgezüchtet wird und deshalb an Virulenz viel eingebüßt hat.

---

[1]) Seither haben wir auch mit nicht sensibilisierten, im Exsikkator getrockneten Bazillen (10—100 mg) unter 12 Versuchen 3 mal ein akut wirkendes Gift gewonnen.

Versuche mit Tuberkelbazillen.

Versuch Nr.	Bakterienmenge	Sensibilisiert mit spezif. Serum		Digeriert mit Komplement		Injizierte Menge	Injiziert. Tier	Wirkung
		Menge	Zeit	Menge	Zeit			
1	5 mg hum. T. B. Stamm Sputum 6a	—	—	4,0	24 Std. Eisschrank	4,0	Meerschw.	0
2	desgl.	—	—	4,0	„	4,0	„	0
3	desgl.	—	—	4,0	„	4,0	„	0
4	desgl.	—	—	4,0	„	4,0	„	0
5	15 mg hum. T. B. Stamm Sputum 6a	—	—	4,0	„	4,0	„	0
6	desgl.	—	—	4,0	„	4,0	„	0
7	5 mg hum. T. B. Stamm B II	—	—	4,0	„	4,0	„	0
8	15 mg hum. T. B. Stamm B II	—	—	4,0	„	4,0	„	0
9	desgl.	—	—	4,0	„	4,0	„	0
10	25 mg hum. T. B. Stamm B II	—	—	5,0	48 Std. Eisschrank	2,5	„	0
11	erhält die zweite Hälfte des Extraktes von Nr. 10					2,5	„	0
12	10 mg zerriebene T. B.	—	—	4,0	24 Std. Eisschrank	4,0	„	0
13	15 mg zerriebene T. B.	—	—	4,0	„	4,0	„	0
14	3 mg hum. T. B. Stamm Sputum 6a	1,0 Ziegenser.	24 Std. Eisschrank	4,0	48 Std. Eisschrank	4,0	„	0
15	10 mg hum. T. B. Stamm Sputum 6a	„	„	4,0	„	4,0	„	0
16	15 mg hum. T. B. Stamm Sputum 6a	„	„	4,0	24 Std. Eisschrank	4,0	„	Krämpfe, † 30′
17	30 mg hum. T. B. Stamm Sputum 6a	„	„	4,0	„	4,0	„	Krämpfe, lebt
18	50 mg hum. T. B. Stamm Sputum 6a	„	½ Std. bei 37° C	4,0	48 Std. Eisschrank	4,0	„	0
19	15 mg bov. T. B. Stamm Perlsucht 8	1,0 Ziegenser.	24 Std. Eisschrank	4,0	24 Std. Eisschrank	4,0	„	0
20	20 mg bov. T. B. Stamm Perlsucht 8	—	—	10,0 Kaninch.-Kompl.	„	5,0	Kaninchen	0
21	erhält die zweite Hälfte des Extraktes von Nr. 20					5,0	„	0
22	50 mg bov. T. B. Stamm Sputum Kuh	1,0 Ziegenser.	24 Std. Eisschrank	4,0	24 Std. Eisschrank	4,0	Meerschw.	0
23	desgl.	—	—	4,0	„	4,0	„	0
24	3 mg zerriebene T. B.	0,1 Höchst. Ser.	1 Std. bei 37° C	4,0	„	4,0	„	0
25	10 mg zerriebene T. B.	„	„	4,0	„	4,0	„	0
26	15 mg zerriebene T. B.	0,75 Höchst. Ser.	„	4,0	„	4,0	„	0
27	25 mg zerriebene T. B.	1,0 Ziegenser.	„	4,0	„	4,0	„	0

Digitized by Google

Versuch Nr.	Bakterienmenge	Sensibilisiert mit spezif. Serum		Digeriert mit Komplement		Injizierte Menge	Injiziert. Tier	Wirkung
		Menge	Zeit	Menge	Zeit			
28	50 mg hum. T. B. Stamm Sputum 6a	1,0 Ziegenser.	1 Std. bei 37° C	4,0	48 Std. Zimmertemperat.	4,0	Meerschw.	0
29	5 mg hum. T. B. Stamm Sputum 6a	0,25 Höchst. Ser.	„	4,0	24 Std. bei 37° C	4,0	„	Krämpfe
30	30 mg hum. T. B. Stamm Sputum 6a	„	„	4,0	„	4,0	„	„
31	50 mg hum. T. B. Stamm Sputum 6a	0,5 Höchst. Ser.	24 Std. Eisschrank	4,0	3½ Std. bei 37° C	4,0	„	0
32	desgl.	„	„	4,0	24 Std. bei 37° C	4,0	„	† 3′
33	desgl.	„	½ Std. bei 37° C	4,0	„	4,0	„	0
34	desgl.	„	„	4,0	„	4,0	„	† 3′
35	desgl.	0,25 Höchst. Ser.	„	4,0	„	4,0	„	Krämpfe
36	1 mg hum. T. B. Stamm B II	0,2 Höchst. Ser.	„	4,0	„	4,0	„	„
37	5 mg hum. T. B. Stamm B II	„	„	4,0	„	4,0	„	† 5′
38	25 mg hum. T. B. Stamm B II	„	„	4,0	„	4,0	„	Krämpfe
39	100 mg hum. T. B. Stamm B II	„	„	4,0	„	4,0	„	„
40	5 mg hum. T. B. Stamm A II	0,3 Höchst. Ser.	„	4,0	„	4,0	„	† 2′
41	desgl.	„	„	4,0	„	4,0	„	Krämpfe
42	20 mg hum. T. B. Stamm A II	„	„	4,0	„	4,0	„	† 5′
43	25 mg hum. T. B. Stamm A II	„	„	4,0	„	4,0	„	† 2′
44	30 mg hum. T. B. Stamm A II	„	„	4,0	„	4,0	„	† 3′
45	50 mg hum. T. B. Stamm A II	0,5 Höchst. Ser.	„	4,0	„	4,0	„	Krämpfe
46	100 mg hum. T. B. Stamm A II	„	„	4,0	„	4,0	„	† 3′
47	desgl.	„	„	4,0	3½ Std. bei 37° C	4,0	„	Krämpfe
48	desgl.	„	„	4,0	24 Std. bei 37° C	4,0	„	† 4′
49	200 mg hum. T. B. Stamm A II	„	„	4,0	„	4,0	„	Krämpfe

Von den übrigen bei diesen Versuchen verwendeten Bazillen war der Stamm B II am längsten in Kultur fortgezüchtet und von ziemlich geringer Virulenz; die übrigen (der humane Stamm Sputum 6a und die bovinen Stämme Perlsucht 8 und Sputum Kuh) waren gut virulent. Die Bazillen wurden stets mit 3—6 Wochen alten Bouillonkulturen entnommen und in der üblichen Weise auf Fließpapier getrocknet.

Digitized by Google

Wenn sich auch die Ursachen für den unregelmäßigen Ausfall der Versuche mit Tuberkelbazillen nicht sicher erkennen lassen, so hat es doch den Anschein, als ob das Gift sich leichter aus den weniger virulenten Bazillen gewinnen ließe. Diese sind offenbar dem Einfluß der Serumstoffe zugänglicher als die virulenten Bazillen.

Es ist ferner aus der Tabelle ersichtlich, daß es bei unseren Versuchen mit Tuberkelbazillen im Gegensatz zu den anderen früher von uns untersuchten Bakterienarten in der Regel notwendig war, 24 Stunden lang mit dem Meerschweinchenserum bei 37° zu digerieren, um die zu akutem Tode notwendige Giftmenge zu erzeugen. 3½—4 Stunden genügten hierzu nicht. Dies geht u. a. aus dem Versuch 31 und 47 hervor, wo nach 3½ stündiger Bebrütung der sensibilisierten Bazillen mit Komplement nur soviel Gift gebildet war, daß es zu Krämpfen, aber nicht zum akuten Tode kam.

Die minimalste Bazillenmenge, aus der eine akut tödliche Giftdosis abgespalten werden konnte, war 5 mg (Versuch 37 und 40). Eine wenigstens Krämpfe erzeugende Giftmenge abzuspalten gelang uns aus 1 mg Tuberkelbazillen.

Zur wirksamen Sensibilisierung der Bazillen genügen 0,2 ccm spezifisches Serum (Versuch 37), möglicherweise noch weniger.

Ein Moment, welches den Ausfall des Versuches wesentlich beeinflußt, ist — wie schon Friedberger hervorhebt — das Körpergewicht der Versuchstiere. Wie schon eingangs bei Beschreibung der Technik erwähnt, benutzten wir bei diesen Versuchen womöglich Tiere von nur ca. 200 g Gewicht. Es ist natürlich bei so großen Versuchsreihen schwierig, lauter Tiere von genau diesem Gewichte zu bekommen. Hier und da mußten wir auch etwas größere, bis zu 250 g schwere Tiere in Versuch nehmen und wir haben entschieden den Eindruck gewonnen, daß es unverhältnismäßig schwieriger ist, bei solchen größeren Tieren — ceteris paribus — akute Vergiftung und Tod herbeizuführen. Es kommt meist bloß zu Krämpfen, von denen sich die Tiere bald wieder erholen, oder die Tiere gehen im Laufe der nächsten Stunden und Tage zugrunde.

Auch sonst beobachteten wir bei Tieren, welche die Injektion des Giftes zunächst anstandslos ertrugen, spätere, nach 1—2 Tagen erfolgende Todesfälle. So gingen die Tiere bei dem Versuch 45 nach 4 Tagen, bei den Versuchen 13 und 38 nach 48 Stunden, bei den Versuchen 31 und 41 im Laufe der folgenden Nacht bei Versuch 49 nach 9 Stunden ein. Ob es sich dabei um weitere nachträgliche Abspaltung desselben Giftes handelt, mag zunächst dahingestellt bleiben.

Erwähnen möchten wir hier, daß wir auch bei unseren Versuchen mit Typhus- und Cholerabazillen und mit Pneumokokken häufig beobachteten, daß Tiere, welche die Injektion des Giftes zunächst überstanden hatten, nach wenigen Stunden und Tagen, meist im Laufe der folgenden Nacht, eingingen. Es dürfte in diesen Fällen noch schwieriger sein, die Frage, ob es sich dabei um Todesfälle durch nachträgliche Abspaltung des Anaphylatoxins handelt oder nicht, zu entscheiden, da bei den injizierten Tieren oft eine Vermehrung der mit dem Serum injizierten lebenden Keime, eine Bakterieämie, eintrat.

Schließlich bleibt noch zu erwähnen, daß bei den sofort nach der Injektion des Giftes eingegangenen Tieren (Versuch 32, 34, 37, 40, 42, 43, 44, 46, 48) regelmäßig eine mehr oder weniger

starke Lungenblähung und Starre vorhanden war. Dasselbe war der Fall bei einigen der nachträglich eingegangenen Tiere (Versuch 13, 41, 45, 49).

Im Gegensatz zu anderen Bakterien (Pneumokokkus, Typhusbazillen, Choleravibrionen) gelingt es also bei den Tuberkelbazillen, und besonders bei den virulenten, schwer in vitro das Gift in so großen Mengen zu gewinnen, daß es bei Meerschweinchen zu akuten Wirkungen kommt.

Man darf vielleicht annehmen, daß die Bildung des Anaphylatoxins auch in dem gewöhnlichen Krankheitsbilde der Tuberkulose keine große Rolle spielt, und daß das Gift im Verlaufe der Krankheit in der Regel nur in kleinen Mengen gebildet wird. Dabei ist die meist intrazelluläre Lage der Tuberkelbazillen, welche vor der Bildung des Giftes schützt, zu bedenken. Insbesondere ist die Zahl der frei im Blute zirkulierenden Bazillen ja sehr gering; wenn es aber ausnahmsweise zu einer plötzlichen größeren Ausschwemmung der Bazillen in die Blutbahn kommt (Miliartuberkulose), so äußert sich dies in einem plötzlichen stärkeren Anstieg der Fieberkurve, welcher auf eine vermehrte Bildung von Anaphylatoxin zurückgeführt werden könnte.

Nach Abschluß unserer Versuche haben Friedberger und Schütze (Berl. Klin. Woch. 1911, Nr. 9) eine Anzahl von Protokollen über die Gewinnung von Anaphylatoxin aus Tuberkelbazillen mitgeteilt; die Autoren kommen dabei zu dem Ergebnis, daß die Giftgewinnung nur bei bestimmtem Verhältnis zwischen Antigen, Antiserum und Komplement gelingt und daß sich in dieser Hinsicht eine strenge Gesetzmäßigkeit nachweisen läßt. Es wurden durchweg sehr kleine Meerschweinchen, zwischen 180—200 g, benutzt, was zweifellos den Nachweis des Giftes erleichtert.

Dennoch scheint uns aus den Tabellen 1—10, die zum Vergleich mit den unsrigen in Betracht kommen, nicht hervorzugehen, daß sich eine tödliche Giftmenge aus Tuberkelbazillen mit derselben Sicherheit, wie aus manchen anderen Bakterienarten gewinnen läßt. In den einzelnen Versuchsreihen ist fast stets nur je ein Tier eingegangen, so daß sich schwer sagen läßt, ob die betreffende Dosis jeweils das Optimum dargestellt hat, oder ob nicht auch die individuelle Empfänglichkeit der Tiere dabei mitspielt. Vergleicht man die einzelnen Versuchsreihen mit einander, so ergeben sich sehr große Verschiedenheiten, indem z. B. bei den Versuchen ohne Immunserum das Optimum einmal bei 1 mg, ein andermal bei 400 mg Bazillensubstanz liegt; wenn die Autoren auf das verschiedene Alter und den verschiedenen Feuchtigkeitsgehalt der bei den einzelnen Versuchsreihen benutzten Kulturen hinweisen, so lassen sich dadurch derart große Differenzen wohl kaum erklären. Der benutzte Stamm war in allen von Friedberger und Schütze mitgeteilten Versuchen der gleiche.

Versuche zur Erzeugung passiver Tuberkuloseüberempfindlichkeit.

a) Versuche zur passiven Übertragung der Tuberkuloseüberempfindlichkeit durch das Serum immunisierter Tiere.

Friedemann (4) war wohl der erste, der versuchte, die Tuberkuloseüberempfindlichkeit passiv auf gesunde Tiere zu übertragen, allerdings mit negativem Erfolge.

Seitdem sind zahlreiche Arbeiten über diesen Gegenstand erschienen, aber die Angaben der Autoren lauten sehr widersprechend.

Digitized by Google

Nach Yamanouchi (5), Lesné und Dreyfus (6) und Turán (7) erliegen Kaninchen, die mit dem Serum tuberkulöser Menschen oder Meerschweinchen vorbehandelt sind, einer späteren Tuberkulininjektion; während andere Autoren wie Eitner und Störk (8), Röpke und Busch (10), Bail (11), Vallardi (12), Micheli und Quarelli (13), Moro und Noda (14) bei ihren Nachprüfungen negative Ergebnisse hatten.

Bauer (15) fand, daß normale Meerschweinchen 24 Stunden nach subkutaner Injektion von Blutserum tuberkulöser Menschen oder Meerschweinchen, auf eine subkutane Injektion von 0,2 ccm Tuberkulin mit einer typischen Fieberreaktion antworten, und Roepke und Starkloff fanden, daß 0,1 ccm Tuberkulin genügte, um diese Fieberreaktion zu erzeugen.

Demgegenüber betonen Römer und Joseph (16), Novotny (17) und Simon (18), daß die bloße Temperatursteigerung als Beweis der Tuberkulinüberempfindlichkeit beim Meerschweinchen zu höchst unzuverlässigen Resultaten führe, da die Meerschweinchen oft auch auf die Injektion indifferenter Flüssigkeiten mit Temperatursteigerung reagieren.

Auch die kutane Tuberkulinreaktion nach v. Pirquet, welche Helmholz (19) bei seinen Versuchen, die Tuberkulinüberempfindlichkeit durch das Serum tuberkulöser Meerschweinchen auf gesunde zu übertragen, als Kriterium der gelungenen Übertragung benutzte, ist nach Römer und Josef mit Vorsicht zu verwerten, da diese Reaktion bei tuberkulösen Meerschweinchen sehr unsichere und ungleichmäßige Resultate gebe.

Die Übertragbarkeit der Tuberkuloseüberempfindlichkeit durch das Serum kranker Menschen und Tiere ist demnach nach dem Urteil der meisten Autoren nicht sicher erwiesen.

Es war daher wohl ein richtiger Gedanke, wenn Finzi (20) versuchte, zu diesem Zweck an Stelle des Serums kranker Tiere das Serum von systematisch zum Zweck der Antikörperbildung vorbehandelten Pferden zu benutzen. Die Pferde waren mit nach Vallées Methode gewonnenem Tuberkelbazillenendotoxin vorbehandelt worden. Das Serum solcher Pferde wurde Meerschweinchen intraperitoneal eingespritzt und die Tiere wurden 24 Stunden später intravenös oder intrazerebral mit dem gleichen Tuberkelbazillenendotoxin geprüft. Während normale oder mit Normalpferdeserum vorbehandelte Meerschweine dieses Tuberkelbazillenendotoxin ohne Schaden ertrugen, erlagen die mit dem Serum der immunisierten Pferde vorbehandelten Meerschweinchen der intravenösen bezw. intrazerebralen Injektion des Tuberkelbazillenendotoxins innerhalb 3—5 Minuten.

Wir haben ähnliche Versuche in der Weise angestellt, daß wir normale Kaninchen und Meerschweinchen mit dem Serum einer immunisierten Ziege intraperitoneal vorbehandelten, und 24 Stunden später teils Tuberkulin teils lebende Tuberkelbazillen intravenös einspritzten. Das Ziegenserum war durch mehrfache intravenöse Injektion lebender Tuberkelbazillen erhalten; es agglutinierte in Verdünnungen bis zu 1 : 1000, präzipitierte und gab Komplementablenkung. Ein Versuch wurde auch mit Höchster Serum (Ruppel) gemacht, das ebenfalls ein gut agglutinierendes und komplementablenkendes Serum ist.

Digitized by Google

Endlich wurde auch noch ein Versuch gemacht, durch Übertragung von Serum eines tuberkulösen Meerschweinchens auf ein gesundes die Tuberkulinüberempfindlichkeit zu übertragen.

Bei 5 Meerschweinchen (vergl. die nachstehende Tabelle) wurde 24 Stunden nach der ersten Überempfindlichkeitsprüfung eine nochmalige intraperitoneale Injektion von Tuberkulin vorgenommen, die Temperatur wurde bei diesem Versuch vor und nach der Injektion des Tuberkulins bezw. der Tuberkelbazillen gemessen.

Meerschw. Nr.	Vorbehandelt mit	Nach 24 Stunden Injektion von	Temperaturen					Nach 24 Std. Injektion von	Temperaturen			
			vor d. Injektion	nach					vor d. Injektion	nach		
				$^1/_2$ h	2 h	5 h	8 h			1 h	3 h	8 h
307	3 ccm Norm. Ziegenserum i. p.	20 mg lebende T. B. i v.	38,3	38,7	39,5	38,7	38,9	0,6 ccm Tuberkulin i. p.	38,5	37,0	38,4	38,7
308	desgl.	0,3 ccm Tuberkulin i. v.	38,4	38,6	38,8	38,4	38,2		38,4	37,1	38,6	38,3
320	3 ccm spez. Ziegenserum i. p.	20 mg lebende T. B i. v.	37,3	36,6	37,8	38,8	39,4		38,6	35,6	39,4	38,7
190	desgl.	0,3 ccm Tuberkulin i. v.	37,6	36,3	37,8	38,8	39,4		37,9	35,0	36,5	38,2
343	5 ccm Serum von tuberkulösem Meerschw. i. v.	0,6 ccm Tuberkulin i. p.	37,8	37,6	37,2	38,1	38,4		37,5	38,0	38,6	38,4

Ferner machten wir einen Versuch mit demselben spezifischen Ziegenserum bei einem Kaninchen.

Kaninchen 2420 erhält 7,0 ccm spezifisches Tuberkuloseserum der immunisierten Ziege intraperitoneal. Nach 24 Stunden erhält es 25 mg lebende Tuberkelbazillen intravenös. Die Temperaturen des Tieres waren vor und nach der Injektion der Tuberkelbazillen wie folgt:

Zeit	Vor der Injektion 12h	Nach der Injektion der T. B.				
		1h p. m.	3h p. m.	7h p. m.	8h a. m.	10h a. m.
Temperatur	38,8	38,7	39,0	39,3	38,9	38,8

Weiter wurden folgende Versuche angestellt:

Meerschweinchen 86 erhielt 10 ccm Höchster Serum und zwar 6 ccm intravenös und 4 ccm subkutan; Meerschweinchen 92 erhielt in derselben Weise 10 ccm Normalpferdeserum.

Meerschweinchen 3157 diente als Kontrolle.

Nach 24 Stunden erhielten die 3 Tiere intravenös je 25 mg lebende Tuberkelbazillen.

Es traten bei keinem der Tiere akute Erscheinungen auf; die Tiere waren am nächsten Tage noch am Leben.

Aus unseren Versuchen ist ersichtlich, daß es uns weder mit dem Serum eines tuberkulösen Meerschweinchens noch mit dem Serum künstlich immunisierter Tiere (Ziegenserum und Höchster Serum) gelang, die Tuberkuloseüberempfindlichkeit auf gesunde Tiere (Meerschweinchen und Kaninchen) zu übertragen. Keines unserer vorbehandelten Tiere ging nach der intravenösen bezw. intraperitonealen Injektion von Tuberkulin oder nach der

Digitized by Google

intravenösen Injektion von lebenden Tuberkelbazillen ein. Nicht einmal eine Beeinflussung der Temperatur, die man als Zeichen einer bestehenden Anaphylaxie hätte deuten können, war zu konstatieren. Zwar zeigten Meerschweinchen Nr. 320 und 190 bei der zweiten Tuberkulinprüfung eine Senkung der Temperatur um 3 bezw. 2,9°. Aber bei einer zweimaligen Tuberkulinprüfung mit sehr großen Dosen ist aus einem Temperaturabfall nach der zweiten Injektion u. E. kein Schluß auf eine spezifische Überempfindlichkeit zu ziehen.

Die Differenz unserer Versuchsergebnisse mit denen Finzi's ist möglicherweise auf die Verschiedenheit der Antikörper zurückzuführen, die ihrerseits durch die Verwendung verschiedener Antigene (lebende Tuberkelbazillen einerseits, Tuberkelbazillenendotoxine andererseits) zur Vorbehandlung des serumliefernden Tieres bedingt sein könnte. Mindestens gelingt es nur sehr schwer, einen anaphylaktischen Tuberkuloseantikörper zu erzeugen. Uns ist es jedenfalls weder durch das stark agglutinierende und präzipitierende Serum einer mehrfach mit lebenden Tuberkelbazillen vorbehandelten Ziege noch durch das Höchster Serum gelungen, die Tuberkuloseüberempfindlichkeit auf gesunde Meerschweinchen oder Kaninchen zu übertragen.

b) Versuche zur passiven Übertragung der Tuberkulinüberempfindlichkeit durch Organemulsionen.

Bail (11) hat mitgeteilt, daß es ihm gelungen sei, durch intraperitoneale Injektion von tuberkulösem Organbrei gesunde Meerschweinchen gegen nachfolgende oder gleichzeitige Injektion von Tuberkulin anaphylaktisch zu machen. Diese Angaben wurden durch Versuche von Onaka (9) aus dem Wassermannschen Laboratorium bestätigt. Onaka konnte auch feststellen, daß nicht der wasserlösliche Extrakt der Organe, sondern nur der Organbrei selbst, also die Organzellen die Überempfindlichkeit zu übertragen vermögen und daß dies auch noch mit den durch Antiformin aufgelösten Zellen der Fall ist.

Wir haben diese Versuche von Bail ebenfalls einer Nachprüfung unterzogen, indem wir steril entnommene tuberkulöse Meerschweinchenorgane (Milz, Lunge, Leber) im Mörser mit sterilem Seesand und steriler physiologischer Kochsalzlösung zu einem möglichst feinen Brei verrieben. Der Organbrei wurde dann durch ein sterilisiertes feines Drahtnetz gepreßt und so von den gröberen, nicht injizierbaren Partikeln befreit. Den feinen Organbrei injizierten wir nun gesunden Meerschweinchen intraperitoneal. Nach 24 Stunden wurden die Tiere mit lebenden Tuberkelbazillen bezw. Tuberkulin auf Überempfindlichkeit geprüft, indem das Tuberkulin teils intraperitoneal, teils intravenös gegeben wurde, während wir die lebenden Tuberkelbazillen intravenös einspritzten. Die Tuberkulinprobe wurde in einigen Fällen nach dem Vorgange von Bail und Onaka nach 24 Stunden wiederholt; die Temperaturen wurden vor und nach der Reinjektion gemessen. Die Meerschweinchen, die wir für diese Versuche verwendeten, waren 300—350 g schwer; nur die Meerschweinchen Nr. 341 und 342 waren erheblich kleiner (ca. 200 g).

Digitized by Google

Meer-schw. Nr.	Vorbehandelt mit	Nach 24 Stunden Injektion von	Temperaturen					Nach weiteren 24 Std Injektion von	Temperaturen			
			vor d. Injektion	nach					vor d. Injektion	nach		
				$^1/_2$ h	2 h	5 h	8 h			$^1/_2$ h	3 h	8 h
246	Organbrei von $^1/_2$ tub. Meerschw. lunge i. p.	0,6 ccm Tuberkulin i. p.	37,7	35,0	38,0	39,3	38,2	—	—	—	—	—
247	desgl.	50 mg leb. T. B. i. v.	37,5	36,8	39,0	38,4	39,5	—	—	—	—	—
248	Organbrei von $^1/_2$ tub. Meerschw.-leber i. p.	0,6 ccm Tuberkulin i. p.	39,0	38,0	39,2	39,1	38,7	—	—	—	—	—
249	desgl.	50 mg leb. T. B. i. v.	38,5	37,6	38,9	38,7	39,3	—	—	—	—	—
3341	Organbrei von 2 g Milz + 2 g Leber (tuberk. Organ)	20 mg leb. T. B. i. v.	38,2	35,0	36,8	37,0	38,3	0,6 ccm Tuberkulin i. p.	38,5	35,0	36,2	38,4
3348	desgl.	0,3 ccm Tuberkulin i. v.	37,4	37,3	37,2	37,8	38,7	„	38,9	36,0	36,2	37,6
3349	Organbrei von 2 g Milz + 2 g Leber (normal. Organ)	0,3 ccm Tuberkulin i. v.	37,2	36,9	37,4	38,3	37,8	„	38,1	37,9	37,2	36,8
341	Organbrei von 4 g tuberk. Milz	0,6 ccm Tuberkulin i. p.	38,0	37,8	34,5	†		—	—	—		—
342	desgl.	0,6 ccm Glyzerinbouillon i. p.	37,7	36,8	35,2	34,5	†	—	—	—	—	—

Man ersieht aus der obigen Tabelle, daß von den 7 Meerschweinchen, denen 24 Stunden nach der intraperitonealen Injektion von tuberkulösem Organbrei intravenös lebende Tuberkelbazillen bezw. Tuberkulin oder intraperitoneal Tuberkulin eingespritzt wurde, nur eines im Anschluß an die Überempfindlichkeitsprüfung innerhalb weniger Stunden einging, nämlich Meerschweinchen Nr. 341. Das Meerschweinchen 3341 zeigte $^1/_2$ Stunde nach der intravenösen Injektion von 20 mg lebenden Tuberkelbazillen einen Temperatursturz um 3,2°. Aber mit einer Temperaturerniedrigung um 2° und mehr muß man wohl bei jeder intravenösen Injektion beim Meerschweinchen rechnen. Auch auf die am folgenden Tage wiederholte Injektion erfolgte keine eindeutige Reaktion. Bei dem Meerschweinchen Nr. 246 trat $^1/_2$ Stunde nach der intraperitonealen Injektion von 0,6 Tuberkulin eine Temperaturerniedrigung um 2,7° ein. Da alle übrigen ebenso vorbehandelten Tiere auf die 24 Stunden später erfolgende Injektion von Tuberkulin bezw. lebenden Tuberkelbazillen keinen solchen Temperatursturz zeigten, so möchten wir glauben, daß es sich bei den Temperaturerniedrigungen, welche Meerschweinchen Nr. 3341 und 246 aufweisen, nicht um spezifische Reaktionen handelt. Die Tiere, auch die, welche zunächst eine Temperaturerniedrigung aufwiesen, überstanden die Überempfindlichkeitsprüfungen (auch die am andern Tage wiederholten), obgleich sie bald nach der Injektion des Organbreis einen ziemlich kranken Eindruck machten, mit gesträubtem Haar herumhockten und Druckempfindlichkeit des gespannten Bauches zeigten.

Digitized by Google

Was nun das Meerschweinchen Nr. 341 anlangt, so scheint uns die Annahme, daß es sich bei dem Tode dieses Tieres um eine spezifische anaphylaktische Reaktion handelte, dadurch widerlegt, daß auch das Kontrolltier Nr. 342 unter ganz gleichen Umständen einging. Beide Tiere waren nur ca. 200 g schwer und beide erhielten dieselbe relativ große Quantität tuberkulöser Milz (4 g) intraperitoneal verimpft. Gleich nach der Injektion machten die Tiere einen kranken Eindruck; der Leib war und blieb bis zum andern Tag gespannt und druckempfindlich. 24 Stunden nach der Einspritzung des tuberkulösen Organbreis bekam Meerschweinchen Nr. 341 0,6 ccm Tuberkulin und als Kontrolle dazu Meerschweinchen Nr. 342 0,6 ccm einer 30 %igen sterilen Glyzerinbouillon. Die Reaktion, welche die beiden Tiere daraufhin zeigten, war ganz analog. Die Tiere zeigten sich zunächst erregt, sprangen in kurzen Sätzen und hockten dann unbeweglich mit gesträubtem Haar. Die Bauchspannung und Druckempfindlichkeit des Bauches steigerte sich und unter Sinken der Temperatur gingen die Tiere ein, Meerschweinchen Nr. 341 nach 4, Meerschweinchen Nr. 342 nach 7 Stunden.

Bei der Sektion ergab sich bei beiden Tieren dasselbe Bild: Eine fibrinöse Verklebung der Därme vielfach mit eitrig-fibrinösen Belägen; Injektion der Gefäße; im Peritoneum ein sanguinolentes Exsudat mit zahlreichen Leukozyten; außer Tuberkelbazillen keine Bakterien. Die Tiere boten also das Bild einer akuten Peritonitis ohne die gewöhnlichen dabei anzutreffenden pyogenen Bakterien. Dieser Befund deckt sich mit dem von Bail und Onaka bei ihren Tieren erhobenen Sektionsbefund.

Hiernach müssen wir sagen, daß wir bei unseren Versuchen eine Übertragung der Tuberkuloseanaphylaxie durch tuberkulöse Organe nicht mit Sicherheit feststellen konnten. Wir befinden uns dabei in Übereinstimmung mit einer inzwischen erschienenen Arbeit von Joseph (16), der bei Nachprüfung der Bailschen Versuche sich ebenfalls nicht davon überzeugen konnte, daß eine Übertragung der Tuberkulinüberempfindlichkeit durch intraperitoneale Injektion von tuberkulösem Organbrei mit Sicherheit gelingt. Die intraperitoneale Injektion von tuberkulösem Organbrei ist kein indifferenter Eingriff, sondern macht die Tiere akut krank und zwar umsomehr, je mehr Organmaterial im Verhältnis zum Körpergewicht des Tieres injiziert wird. Daß es dabei auch zum Tode des Tieres kommen kann, besonders wenn das erkrankte Peritoneum durch eine erneute Injektion nochmals gereizt wird, zeigen die Versuche mit Meerschweinchen Nr. 341 und 342 sowie Beobachtungen, die wir gelegentlich anderer Versuche machten und über die wir im folgenden berichten möchten.

Über Giftwirkungen tuberkulöser Organe.

Gelegentlich anderer Versuche beobachteten wir eigentümliche Todesfälle bei Kaninchen bei einer bestimmten Art der Einverleibung von Verreibungen tuberkulöser Meerschweinchenorgane. Kaninchen, denen gleichzeitig intraperitoneal eine Emulsion einer tuberkulösen Milz und subkutan eine Emulsion von tuberkulösen Drüsen injiziert worden war, gingen 3—5 Tage danach zugrunde, ohne daß eine hinreichende Ursache

für den Tod gefunden werden konnte. Die Tiere zeigten fibrinöse Verklebungen der Drüsen, eitrig-fibrinöse Auflagerungen, ein eitrig-sanguinolentes Exsudat mit zahlreichen Leukozyten. Außer Tuberkelbazillen ließen sich weder in den Präparaten noch kulturell Bakterien nachweisen. Im folgenden sind die Protokolle der Fälle wiedergegeben.

1. Kaninchen Nr. 266 (mittelgroß) erhält am 20. 7. 10 intraperitoneal eine Emulsion einer tuberkulösen Meerschweinchenmilz und gleichzeitig subkutan eine Emulsion der tuberkulösen Portal- und Bronchialdrüsen desselben Meerschweinchens injiziert (humane Bazillen).

Am 25. 7. 10 †.

Sektionsbefund: Sanguinolentes Exsudat mit reichlichen Leukozyten. Außer Tuberkelbazillen keine Bakterien. Verklebung der Därme und fibrinös-eitrige Beläge.

2. Kaninchen Nr. 267 (mittelgroß) erhält am 20. 7. 10 analoge intraperitoneale und subkutane Injektionen wie Kaninchen Nr. 266.

Am 23. 7. 10 †.

Sektionsbefund wie bei 1.

3. Kaninchen Nr. 257 (mittelgroß) erhält am 28. 7. 10 analoge intraperitoneale und subkutane Injektionen wie Kaninchen Nr. 266.

Am 1. 8. 10 †.

Sektionsbefund wie bei 1.

4. Kaninchen Nr. 323 (mittelgroß) erhält am 30. 8. 10 analoge intraperitoneale und subkutane Injektionen wie Kaninchen Nr. 266.

Am 3. 9. 10 †.

Sektionsbefund wie bei 1.

5. Kaninchen Nr. 195 (mittelgroß) erhält am 30. 8. 10 analoge intraperitoneale und subkutane Injektionen.

Am 3. 9. 10 †.

Sektionsbefund wie bei 1.

Wir injizierten nun statt der tuberkulösen Organbreie große Mengen von Tuberkelbazillenreinkulturen, konnten aber keine derartigen Todesfälle beobachten. (Die Tiere erkrankten z. T. später an Tuberkulose.)

6. Kaninchen Nr. 141 (mittelgroß) erhält am 30. 8. 10 subkutan und intraperitoneal je 0,03 g humane Tuberkelbazillenreinkultur (Stamm Sputum 6a) injiziert.

Am 30. 10. 10 †. Brustseuche. Einige Tuberkel in den Lungen.

7. Kaninchen Nr. 142 (mittelgroß) erhält am 30. 8. 10 subkutan und intraperitoneal je 0,03 g humane Tuberkelbazillenreinkultur (Stamm Sputum 6a).

Am 30. 1. 11. Das Tier lebt noch.

8. Kaninchen Nr. 332 (mittelgroß) erhält am 30. 8. 10 subkutan und intraperitoneal je 0,2 g humane Tuberkelbazillenreinkultur (Stamm Sputum B II).

Am 22. 10. 10 †.

Sektionsbefund: Allgemeine Tuberkulose des Peritoneums und des Peritonealüberzuges der Leber, Nieren, Milz. Miliare Tuberkel in den Lungen.

9. Kaninchen Nr. 305 (mittelgroß) erhält am 30. 8. 10 subkutan und intraperitoneal je 0,2 g humane Tuberkelbazillenreinkultur (Stamm Sputum B II).

Am 14. 12. 10 †.

Sektionsbefund: Pneumonische Herde in der Lunge. Vereinzelte Tuberkelknötchen in Lunge, Milz, Netz und Peritoneum.

10. Kaninchen Nr. 303 (mittelgroß) erhält am 30. 8. 10 subkutan und intraperitoneal je 0,02 g humane Tuberkelbazillenreinkultur (Stamm Sputum A II).

Am 30. 1. 11. Das Tier lebt noch.

11. Kaninchen Nr. 304 (mittelgroß) erhält am 30. 8. 10 subkutan und intraperitoneal je 0,02 g humane Tuberkelbazillenreinkultur (Stamm Sputum A II).

Am 25. 11. 10 †. Brustseuche. Einige Tuberkelknötchen im Netz.

Man konnte zunächst vermuten, daß die oben mitgeteilten Todesfälle auf der gleichzeitigen schweren doppelten (subkutanen und intraperitonealen) Infektion beruhen. Aber weitere Versuche, bei denen der tuberkulöse Organbrei nur intraperitoneal injiziert wurde, führten zu gleichen Ergebnissen.

12. Kaninchen Nr. 113 (mittelgroß) erhält am 11. 1. 11 den Organbrei aus einer frischen Perlsuchtlunge intraperitoneal verimpft. Das Tier macht bald nach der Injektion einen schwerkranken Eindruck. Bauch gespannt und druckempfindlich. Atmung stark beschleunigt und oberflächlich.

Das Tier stirbt in der Nacht.

Sektionsbefund wie bei Versuch 1 (Kaninchen Nr. 266).

13. Kaninchen Nr. 114 (mittelgroß) erhält am 11. 1. 11 den Organbrei aus einer frischen Perlsuchtlunge intraperitoneal injiziert. Sofort nach der Injektion ist das Tier schwer krank; Bauch gespannt und druckempfindlich. Atmung beschleunigt und oberflächlich.

Das Tier stirbt in der Nacht.

Sektionsbefund wie bei Versuch 1 (Kaninchen Nr. 266).

14. Kaninchen Nr. 334 (mittelgroß) erhält am 17. 1. 11 den Organbrei aus einer tuberkulösen Meerschweinchenmilz (humane Injektion) intraperitoneal injiziert.

Am 19. 1. 11 †.

Sektionsbefund wie bei Versuch 1 (Kaninchen Nr. 266).

Man sieht aus den Versuchen 12—14, daß die gleichen giftigen Wirkungen und Todesfälle eintreten, wenn man nur intraperitoneal den tuberkulösen Organbrei einspritzt. Die ganz akuten und schweren Wirkungen, welche der Organbrei von Perlsuchtorganen auf die Kaninchen ausübte (Versuch 12 u. 13), sind auffallend. Es wirkt offenbar der tuberkulöse Organbrei aus Organen derselben Tierspezies giftiger als der aus Organen einer anderen Tierart. Unsere weiteren, folgenden Versuche zeigen, daß auch Meerschweinchen bei intraperitonealer Einverleibung von genügend großen Massen tuberkulösen Organbreies akut erkranken und sterben.

15. Meerschweinchen Nr. 3639 (ca. 300 g schwer) erhält am 14. 10. 10 den Organbrei aus einer tuberkulösen Milz intraperitoneal injiziert.

Am 19. 10. 10 †.

Sektionsbefund wie bei Versuch 1.

16. Meerschweinchen Nr. 342 (200 g schwer) erhält am 23. 1. 11 den Organbrei aus 40 g tuberkulöser Milz intraperitoneal injiziert. Das Tier ist bald nach der Injektion schwer krank; der Bauch ist gespannt und druckempfindlich. Am andern Tag erhält das Tier 0,6 ccm einer 30 %igen sterilen Glyzerinbouillon intraperitoneal injiziert. Zunahme der Spannung und Druckempfindlichkeit.

† nach 7 Stunden. (Dieser Versuch wurde bereits oben erwähnt.)

Kontrollversuche mit entsprechenden Mengen normaler Organe, die in derselben Weise zu Emulsionen verrieben und intraperitoneal eingespritzt wurden, gaben bei Kaninchen sowohl wie bei Meerschweinchen negative Resultate. Die Tiere zeigten zwar auch nach der Injektion von normalem Organbrei Symptome peritonealer Reizung und machten einen kranken Eindruck, aber sie erholten sich bald wieder und überlebten die Injektion. Die Frage, ob und inwieweit hier die von Dold (21) näher studierten Organgifte hereinspielen, erscheint noch nicht hinreichend geklärt. Hervorheben möchten wir, daß in den Versuchen von Dold die wässerigen Organextrakte nur bei intravenöser, aber nicht bei intraperitonealer Injektion tödlich wirkten.

Wir möchten ferner betonen, daß wir hier nur die positiven Fälle aufgeführt haben, wo nach intraperitonealer Injektion von tuberkulösem Organbrei der Tod eintrat, daß aber diese zum Tode führende Vergiftung keineswegs regelmäßig nach Injektion von tuberkulösem Organbrei eintritt. Dies geht ja auch aus der oben stehenden Tabelle über die Versuche, durch intraperitoneale Injektion tuberkulösen Organbreis die Tuberkuloseanaphylaxie zu übertragen, hervor. Ob es zum Tode der injizierten Tiere innerhalb der nächsten Tage kommt oder nicht, das hängt wohl hauptsächlich von der Menge des injizierten Materials, der Größe des injizierten Tieres, ferner von Ausdehnung und Grad der tuberkulösen Veränderungen des injizierten Organes ab. Daneben spielen vielleicht auch individuelle Verschiedenheiten der Versuchstiere eine Rolle.

Jedenfalls geht aus diesen Beobachtungen und Versuchen hervor, daß Verreibungen tuberkulöser Organe bei intraperitonealer Einspritzung giftige Wirkungen ausüben, die sogar oft zum Tode des Versuchstieres innerhalb der nächsten Tage führen. Der injizierte tuberkulöse Organbrei verursacht offenbar eine starke Reizung und Entzündung des Peritoneums. Alle im Anschluß an die Organinjektionen eingegangenen Tiere zeigten bei der Sektion eine allgemeine Peritonitis mit fibrinös-eitriger Exsudation und Verklebungen der serösen Häute der Därme. Ob die Tiere an dieser Peritonitis zugrunde gehen, oder ob es sich dabei um die Wirkung von spezifischen Tuberkulosegiften handelt, dürfte nicht leicht zu entscheiden sein.

Es wäre wohl möglich, daß durch den Einfluß der Körpersäfte solche Gifte aus dem injizierten tuberkulösen Gewebe frei gemacht werden.

Wenn man unsere Beobachtungen über die Giftigkeit intraperitoneal injizierter tuberkulöser Organemulsionen mit den Bailschen Versuchen vergleicht, so fällt die weitgehende Übereinstimmung in den Versuchsergebnissen auf. Die Bailschen Tiere starben meist 1—2 Tage nach der Vorbehandlung mit tuberkulösem Organbrei, und die Sektionsbefunde decken sich ganz mit denen bei unseren Tieren: Eine nicht durch Bakterien erzeugte allgemeine Peritonitis mit fibrinösen Verklebungen der Därme, fibrinös-eitrigen Auflagerungen und einem reichlich Leukozyten enthaltenden blutig serösen freien Exsudat. Auch Bail betont, daß es notwendig ist, genügend große Mengen tuberkulöser Organemulsionen zu verimpfen, damit man positive Resultate (Todesfälle) bekommt. Es ist nicht verwunderlich, daß von den vorbehandelten und durch die Vorbehandlung schon schwer erkrankten Tieren diejenigen sicherer und regelmäßiger ad exitum gebracht werden können, deren Peritoneum durch nachfolgende 1- oder gar 2malige Überempfindlichkeitsprüfungen d. h. intraperitoneale Injektionen von neuem gereizt werden. So ließen sich die Todesfälle der nach der Vorbehandlung 1 bezw. 2mal mit Tuberkulin intraperitoneal gespritzten Tiere einfach durch Summationswirkung erklären, ohne daß man darin den Ausdruck einer spezifischen anaphylaktischen Reaktion erblicken müßte.

Literatur.

1. Dörr, Zeitschr. f. Immunitätsforschung usw. Ref. II, S. 67 ff.
2. Römer und Joseph, Beiträge z. Klinik d. Tub. Bd. 17, Heft 3.
3. Neufeld und Dold, Berliner klin. Wochenschr. Bd. 17, Heft 3, 1911, Nr. 2 u. Nr. 24.
4. Friedemann, Über passive Überempfindlichkeit. Münch. med. Wochenschr. 1907, Nr. 49.
5. Yamanouchi, Wien. klin. Wochenschr. 1908, Nr. 47; Compt. rend. Soc. Biol. 1909, Nr. 12.
6. Lesné et Dreyfus, Compt. rend. Soc. Biol. 1909, Nr. 10.
7. Turán, zitiert nach Moro (Nr. 11).
8. Eitner und Störk, Wien. klin. Wochenschr. 1909, Nr. 23.
9. Onaka, Zeitschr. f. Immunitätsforschung Bd. 7, Heft 4.
10. Röpke und Busch, Beitr. z. Klinik der Tuberk. Bd. 14.
11. Bail, Zeitschr. f. Immunitätsforschung usw. 1910, Bd. 4, Heft 4.
12. Vallardi, Zeitschr. f. Immunitätsforschung usw. 1910, Bd. 7, Heft 3.
13. Michelli e Quarelli, Giorn. R., Acad, Med. Torino 1909, Bd. 9.
14. Moro, Monographie in Lubarsch-Ostertags „Ergebnissen" 1910, Bd. 14.
15. Bauer, Münch. med. Wochenschr. 1909, Nr. 27.
16. Römer und Joseph, Beiträge zur Klinik der Tuberkulose, 1910, Bd. 17, Heft 3.
17. Novotný, Zeitschr. f. Immunitätsforschung, Bd. III, Heft 7.
18. Simon, Zeitschr. f. Immunitätsforschung, Bd. IV, Heft 4.
19. Helmholz, Zeitschr. f. Immunitätsforschung, Bd. III, Heft 4.
20. Finzi, Compt. rend. Soc. Biol. 1910, Nr. 23.
21. Dold, Zeitschr. f. Immunitätsforschung usw. Bd. 10, Heft 1 u. 2.

Digitized by Google

Über das Vorkommen von Arsen in Speisegelatine.

Von

Dr. Otto Köpke,

wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Kürzlich tauchte die Frage auf, ob die Verarbeitung von mit Arsen behandeltem Leimleder auf Speisegelatine zulässig sei, indem gleichzeitig behauptet wurde, daß die Fabrikation von Speisegelatine aus diesem arsenhaltigen Rohmaterial tatsächlich ausgeführt werde.

Da bekannt ist, daß Tierhäute vor der Verarbeitung auf Leder, besonders auf weißes Glacéleder, häufig mit Kalk und Schwefelarsen [1]) behandelt werden, und da die Abfälle dieser Industrie auf Gelatine und Leim verarbeitet werden, so schien es zunächst von Interesse, festzustellen, ob Leder gelegentlich arsenhaltig sei, oder ob das etwa in die rohe Tierhaut gelangte Arsen beim weiteren Gerbeverfahren beseitigt wird.

Es wurden zu diesem Zwecke 10 g eines zerschnittenen weißen Glacéhandschuhs durch Erhitzen mit 20 ccm arsenfreier konzentrierter Schwefelsäure und etwa 50 ccm rauchender Salpetersäure, die in kleinen Anteilen zugesetzt wurde, aufgelöst. Die erhaltene klare, farblose Flüssigkeit wurde durch Einengen, Versetzen mit Wasser und abermaliges Einengen von Salpetersäure befreit und nach dem von Polenske [2]) angegebenen Verfahren im Marshschen Apparat auf Arsen untersucht, wobei sich ein starker Arsenspiegel abschied. Die Kapillare mit dem Arsenspiegel wurde aus dem Rohr herausgeschnitten und erst mit, dann ohne den Arsenspiegel gewogen, wobei dessen Gewicht zu 0,1 mg bestimmt wurde.

Das bei der Vorbereitung der Häute zugesetzte Arsen wird also durch den Gerbeprozeß nicht aus dem Material entfernt, sondern geht, wenigstens zum Teil, mit in das fertige Leder über. Da nun in den Leimfabriken außer den Gerbereiabfällen auch die Lederabfälle der Handschuhmacher und Sattler verarbeitet werden, so ließ sich jetzt das Vorkommen von Arsen auch in der Gelatine erwarten.

Es wurden daher 12 verschiedene, aus verschiedenen Fabriken stammende Proben Gelatine auf Arsen geprüft.

Von diesen Gelatineproben war eine (Nr. 12 der untenstehenden Tabelle) zum Weinklären, also nur zur Behandlung eines menschlichen Genußmittels, bestimmt, alle übrigen waren dagegen als Speisegelatine für den unmittelbaren menschlichen

---

[1]) Ost, Chemische Technologie V, S. 594.

[2]) Arb. a. d. Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. 5, S. 357 (1889).

Digitized by Google

Genuß im Verkehr. Soweit sich die Proben noch in den Originalverpackungen der Fabriken befanden, waren sie ausdrücklich als für Speisezwecke geeignet bezeichnet. Die in der Tabelle als Golddruck bezeichneten Muster stellen die teuersten Sorten dar; daran schließen sich die Silberdruck- und Schwarzdruckmuster.

Zur Untersuchung wurden je 10 g Gelatine in einem Rundkolben aus Jenaer Glas von 700 ccm Inhalt mit 20 ccm konzentrierter Schwefelsäure und etwa 50 ccm rauchender Salpetersäure, wie oben bei der Untersuchung des Handschuhs angegeben, zersetzt. Darnach wurde der Arsengehalt in der durch mehrfaches Abdampfen des Reaktionsprodukts mit Wasser erhaltenen Lösung bestimmt. Zur Kontrolle der Reinheit der benutzten Reagentien und Gefäße wurden 20 ccm konzentrierte Schwefelsäure mit 50 ccm rauchender Salpetersäure in derselben Weise erhitzt, wie dies bei der Zersetzung der Gelatineproben geschah, und die Säure dann im Marshschen Apparat untersucht, wobei sich kein Arsen abschied. Die benutzten Reagentien und Gefäße waren also arsenfrei.

Das Resultat der Untersuchung der Gelatineproben, die schon früher in anderer Hinsicht von Herrn Dr. Lange im Gesundheitsamte untersucht waren[1]), zeigt die nachstehende Tabelle, deren letzte drei Spalten Angaben aus der Arbeit von Lange enthalten, nämlich die dort benutzten laufenden Nummern, den dort angegebenen Gehalt der Gelatine an Asche und an durch Destillation bestimmbarer schwefliger Säure[2]).

Laufende Nummer	Handelsbezeichnung	Bezugsquelle, oder falls bekannt, Fabrik	Arsengehalt von 10 g	nach Lange[2]) Aschengehalt %	Gehalt an SO_2 %	Laufende Nummer
1	Golddruck I	Fabrik in Südwestdeutschland	unwägbare Spuren	1,51	0,002	3
2	Silberdruck	desgl.	„	1,88	0,049	4
3	Golddruck	Schweizerisches Fabrikat	„	1,71	0,168	7
4	„	Aus dem Berliner Kleinhandel	0,1 mg	1,60	0,058	10
5	„	desgl.	0,3 „	1,93	0,020	11
6	Schwarzdruck	desgl.	0,3 „	2,67	0,042	15
7	Golddruck I	Fabrik in Mitteldeutschland	0,1 „	1,92	0,051	17
8	Schwarzdruck	desgl.	0,3 „	1,82	0,371	20
9	Golddruck Ph. G. IV.	Fabrik in Südwestdeutschland	0,2 „	2,69	0,032	22
10	Silberdruck Ph. G. IV.	desgl.	etwa 0,05 mg	1,01	0,054	23
11	rote Gelatine Golddruck	Fabrik in Mitteldeutschland	0,2 mg	1,62	0,067	28
12	Gelatine Lainé	Aus einer französischen Fabrik	unwägbare Spuren	2,39	0,262	35

[1]) Lange, Über den Gehalt der Handelsgelatine an schwefliger Säure. Arb. a. d. Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. 32, S. 144 (1909).

[2]) Vgl. Tabelle auf S. 150/51 der genannten Arbeit.

Die untersuchten 12 Proben enthielten also durchweg Arsen, wenn auch zum Teil nur in unwägbaren, aber doch immerhin analytisch deutlich nachweisbaren Spuren. Zu bemerken ist, daß der Arsengehalt in keinem regelmäßigen Verhältnis zu dem Handelswert der Gelatine steht, da z. B. die Probe Nr. 5 „Golddruck" mit 0,3 mg Arsen in 10 g zu den arsenreichsten gehört.

Zur Beantwortung der Frage, wie dieses Arsen in die Gelatine hineingelangt, muß man sich den Gang der Gelatinefabrikation kurz vor Augen führen.

Gelatine ist ein durchsichtiger, farbloser oder nur schwach gelblich gefärbter, geruchloser Leim, der für besondere Zwecke bisweilen künstlich gefärbt wird. Ihre Fabrikation unterscheidet sich im wesentlichen nicht von der des Leims.

Die Leimindustrie verarbeitet neben anderen Abfallstoffen von Gerbern, Fleischern, Abdeckern, Lederarbeitern, Horndrechslern, Knopffabrikanten, Hutmachern und Abfällen von Haushaltungen [1]), auch Abfälle von Tierhäuten, die für die Gerberei mit Kalk behandelt sind, dem meist als „Anschärfungsmittel" Schwefelarsen zugesetzt ist, ferner Tierhäute, die für die Gerberei nicht brauchbar sind, und Köpfe, Füße und Knochen von Tieren. Diese Materialien werden vor der Verkochung zu Leim meist erst durch Lagern im Kalkäscher von anhaftenden Blut- und Fleischteilen befreit, die den Leim dunkel färben, also für die Gelatinegewinnung ungeeignet machen würden. Wird die Kalkbehandlung schon in der Gerberei vorgenommen, so wird das gekalkte Material, das im Kalkäscher wohl meist auch Arsen aufgenommen hat, getrocknet und so in den Handel gebracht.

Abgesehen von seiner für die Gerberei wertvollen Eigenschaft als Enthaarungsmittel soll das Arsen für die in Frage stehenden Materialien auch fäulnishindernd wirken [2]), und da die Verwertung von Material, das nicht sofort verarbeitet werden kann, ohne Anwendung von fäulnishindernd wirkenden Stoffen wie Arsen, an dessen Stelle Dawidowsky [3]) die wohl nicht minder bedenkliche Karbolsäure vorschlägt, schwer ausführbar zu sein scheint, so kann man wohl annehmen, daß auch solche Materialien, die nicht schon in der Gerberei mit Arsen versetzt sind, bisweilen noch in den Leimfabriken mit arsenhaltigem Kalk behandelt werden.

In dieser Weise erklärt sich also wohl das Vorkommen von Arsen in aus Häuten gewonnener Gelatine.

In derselben Weise scheint aber Arsen auch in die aus Knochen gewonnene Gelatine übergehen zu können, da nach Dawidowsky [4]) auch diese nach dem Zerkleinern und Entfetten bisweilen noch 8 bis 14 Tage lang in den Kalkäscher gelegt werden.

Es läßt sich aus der Literatur über die Gelatine- und Leimfabrikation, ohne genaue eigene Kenntnis der Gelatine- und Leimindustrie nicht mit Sicherheit ersehen, ob alle diese Materialien auch auf Speisegelatine verarbeitet werden, oder ob doch eine gewisse Auswahl unter den Rohmaterialien getroffen wird. Jedoch spricht das

---

[1]) Dawidowsky, Die Leim- und Gelatinefabrikation (1893), S. 34.
[2]) Heinzerling, Chemische Technologie S. 62.
[3]) Dawidowsky, Leim- und Gelatinefabrikation (1893), S. 41.
[4]) a. a. O. S. 48.

Resultat der obigen Untersuchung von 12 Gelatineproben doch wohl dafür, daß Speisegelatine durchaus nicht nur aus frischem, nicht mit Arsen behandeltem Material, unter Vermeidung einer späteren Arsenbehandlung, hergestellt wird, wie man es unbedingt für ein Nahrungs- und Genußmittel verlangen muß. Allerdings ist bei Betrachtung des obigen Resultats zu berücksichtigen, daß es sich bei einer Reihe von Proben nur um Spuren von Arsen handelt, die möglicherweise auch ohne absichtliche Arsenbehandlung der Rohmaterialien in die Gelatine hineingelangt sein können, da viele Chemikalien arsenhaltig sind.

Auf diese Weise kann vor allem die aus Knochen gewonnene Gelatine leicht verunreinigt werden, da die Knochen vor dem Auskochen meist erst zur Extraktion der Mineralbestandteile mit Säuren behandelt werden, wodurch bei Anwendung von unreiner Salzsäure oder schwefliger Säure Arsen in das Produkt hineinkommen kann. Außerdem bietet das in der Gelatineindustrie anscheinend allgemein übliche Bleichen mit schwefliger Säure Gelegenheit zur Verunreinigung der Gelatine durch Arsen.

Mangels umfangreicherer Untersuchungen und genauerer Kenntnis der Verhältnisse der Gelatinefabrikation soll zunächst davon abgesehen werden, zu diesen Mißständen Stellung zu nehmen. Jedenfalls ist in Erwägung zu ziehen, ob auf die Herstellung und das Inverkehrbringen von arsenhaltiger Speisegelatine nicht das Gesetz vom 14. Mai 1879, betr. den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen in Anwendung zu bringen ist, dessen §§ 12 bis 14 die Herstellung und das Inverkehrbringen gesundheitsschädlicher Nahrungs- und Genußmittel unter Strafe stellen.

Zweck dieser Veröffentlichung soll zunächst nur sein, die Nahrungsmittel-Untersuchungsanstalten auf das Vorkommen der Verunreinigung von Gelatine durch Arsen aufmerksam zu machen, zu Nachforschungen auf diesem Gebiete und zur Veröffentlichung der Untersuchungsergebnisse anzuregen.

Darnach werden Mittel und Wege zur Abstellung dieser Mißstände zu finden sein. Auch die Industrie selbst muß zur Wahrung ihres guten Rufes das größte Interesse daran haben, eine arsenfreie Gelatine herzustellen.

Die Abhängigkeit des Verlaufes der Sauerstoffzehrung in natürlichen Wässern und künstlichen Nährlösungen vom Bakterienwachstum.

Von

Dr. A. Müller,

ständigem Mitarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

I. Einleitung.

Der Begriff der „Sauerstoffzehrung" des Wassers ist vor etwa zehn Jahren durch Spitta für die hygienische Untersuchung und Beurteilung von Oberflächenwässern eingeführt worden. Er zeigte[1]), daß die Sauerstoffzehrung „zum weitaus überwiegenden Teil an die Gegenwart von Bakterien geknüpft ist", bei sterilisiertem Wasser also ein Verlust an gelöstem Sauerstoff nicht eintritt, und daß die Sauerstoffzehrung um so größer ausfällt, je mehr organische Bakteriennährstoffe das Wasser enthält. „Die Größe der Sauerstoffzehrung ist ein Maßstab für die Menge der vorhandenen oxydierbaren Substanzen[2])." Aus seinen Versuchen konnte er auch den Schluß ableiten, daß die Größe des stündlichen Sauerstoffbedarfs bei verschiedenen Bakterien nicht die gleiche ist, und daß der Sauerstoffverbrauch sowohl durch den Sauerstoffbedarf der einzelnen Bakterien als auch durch die gewöhnlich nebenher gleichzeitig verlaufende Vermehrung der Individuenzahl (Wachstum) hervorgerufen wird.

Bakteriengehalt und Sauerstoffzehrung gehen daher vielfach proportional miteinander.

Bei der Infektion sterilen, nährstoffhaltigen Wassers durch etwas Kanaljauche fand Spitta, daß die Sauerstoffzehrung erst nach einem gewissen Latenzstadium von mehreren Stunden einsetzte, daß darauf die hauptsächliche Zehrung unter starkem Anwachsen der Keimzahlen rapide innerhalb etwa 24—48 Stunden verlief, und daß dann eine Periode geringeren Sauerstoffverbrauchs folgte.

Die Versuche Brezinas[3]) mit Donauwasser bestätigten im wesentlichen die Erfahrungen, die Spitta bei seinen Untersuchungen gemacht hatte. Auch Brezina

[1]) Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse. Archiv f. Hyg. 1900, **38**, 215. Weitere Untersuchungen ebenda 1903, **46**, 64.

[2]) Vgl. auch Rubner, Das städtische Sielwasser und seine Beziehung zur Flußverunreinigung. Archiv f. Hyg. 1903, **46**, 59.

[3]) Die Donau vom Leopoldsberge bis Preßburg usw. Zeitschr. f. Hyg. 1906, **53**, 369.

fand, daß die Sauerstoffzehrung eine entsprechende Menge oxydabler Stoffe voraussetzt, daß die Hauptmenge des Sauerstoffs rasch aufgezehrt wird, daß dagegen die letzten Reste des Sauerstoffs langsamer verschwinden.

Pleißner[1]) hat dann genauer durch systematische Untersuchungen in kurzen Zeitintervallen die Abhängigkeit der Sauerstoffzehrung von der Zeit und der Temperatur verfolgt und dabei festgestellt, daß die „Stundenzehrung", d. i. der Quotient aus Zehrung und Zeit, mit der Zehrungsdauer fällt.

Bei den Versuchen Pleißners, welche lediglich mit natürlichen Wässern angestellt wurden, ist auf das Verhalten der Bakterien gar keine Rücksicht genommen worden. Von Spitta und Brezina liegen zwar Keimzählungen neben gleichzeitig ausgeführten Sauerstoffgehaltsbestimmungen vor, dieselben sind aber (mit wenigen Ausnahmen) in zu großen Zeitintervallen (meist 24 und 48 Stunden) ausgeführt, können also kein genaueres Bild des Verlaufs der Bakterienentwicklung und ihrer Beziehung zur Sauerstoffzehrung geben.

Die Ergebnisse, welche Wichern[2]) bei seinen quantitativen Untersuchungen über die Reduktionswirkung der Typhus- und Koligruppe erhalten hat, gestatten wohl eine Berechnung des Sauerstoffverbrauchs dieser Bakterien unter den angegebenen Versuchsbedingungen, vorausgesetzt, daß die Reduktion des benutzten Farbstoffs tatsächlich nur durch solche Stoffwechselprodukte erfolgt, welche dadurch entstehen, daß die Bakterien den Bestandteilen der Nährlösung Sauerstoff entziehen; über die Größe der Sauerstoffzehrung unter aeroben Bedingungen läßt sich aus diesen Versuchen jedoch mit Sicherheit nichts schließen (näheres siehe S. 317 u. 318).

Die hier bestehende Lücke in unseren Kenntnissen sollten die nachfolgenden Untersuchungen ausfüllen.

Den Entwicklungsgang der vielen verschiedenen in natürlichen Wässern vorkommenden Keime gleichzeitig nebeneinander zu verfolgen, ist mit Hilfe der Bakterienzählung nicht möglich. Diese gestattet nur ganz allgemeine Angaben über die Schwankungen im Gesamtkeimgehalt. Zur Klärung der bei der Zehrung in Frage kommenden biologischen Vorgänge, die durch das Zusammenwirken einer ganzen Anzahl von Bakterienarten bedingt sind, schienen daher, nachdem einige Versuche mit natürlichen Wässern (unter Zuhilfenahme der Bestimmung der vorhandenen Kolibakterien) ausgeführt waren, Zehrungsversuche mit Bakterienreinkulturen in sterilen Lösungen bekannter Zusammensetzung durchaus unerläßlich[3]). Auf diese Weise wird es ermöglicht, die Entwicklung einer Bakterienart und den Verlauf der durch sie bedingten Sauerstoffzehrung genau zu verfolgen. Durch gleichzeitige Verwendung mehrerer verschiedener Kulturen, die in der Gußplatte zu unterscheiden sind, lassen sich die aus der gegenseitigen Beeinflussung resultierenden Unterschiede

---

[1]) Über die Abhängigkeit der Sauerstoffzehrung natürlicher Wässer von der Versuchsdauer und der Versuchstemperatur. Arb. a. d. Kaiserlichen Gesundheitsamte 1910, 34, 230.

[2]) Quantitative Untersuchungen über die Reduktionswirkung der Typhus-Koligruppe. Archiv f. Hyg. 1910, 72, 1.

[3]) Auch von Spitta (a. a. O.) sind bereits Versuche mit Reinkulturen in sterilen Nährlösungen gemacht worden, um das Sauerstoffbedürfnis der einzelnen Bakterienarten festzustellen.

in der Entwicklung und im Verlauf der Sauerstoffzehrung ermitteln. Durch Zugabe von Bakterienfressern (Infusorien), die unter Umständen in Zehrungsversuchen mit natürlichen Wässern das Anwachsen der Bakterienzahl verhindern und so indirekt die Zehrung erheblich beeinträchtigen können, sowie durch Ersatz der Nährlösung durch Oberflächenwasser, welches unter möglichster Schonung seiner chemischen Eigenschaften zu sterilisieren ist, würde sich dann eine weitergehende Nachahmung der natürlichen Verhältnisse ermöglichen lassen.

Von dem hier kurz angedeuteten Versuchsplan konnte, da die einzelnen Versuche sehr viel Zeit und die andauernde Gegenwart des Versuchsanstellers bei Tag und Nacht beanspruchen, bisher nur ein Teil durchgeführt werden, dessen Ergebnisse nachstehend eingehender besprochen werden sollen.

II. Versuchsanordnung.

Was die Versuchstechnik betrifft, so ist darüber folgendes zu bemerken. In den ersten Versuchen mit natürlichen Wässern wurden die Wasserproben in großen Kolben auf die Versuchstemperatur (20° C) erwärmt, drei Minuten lang unter öfterem Lüften des Stopfens mit Luft geschüttelt und in Flaschen bekannten Inhalts abgefüllt, die mit schräg abgeschliffenen, mittels Stopfenklammern festgehaltenen Glasstopfen luftdicht verschlossen wurden. Die Flaschen wurden in einem Raume, dessen Temperatur genau auf 20° gehalten wurde, vor direktem Licht geschützt aufgehoben. Vor der jedesmaligen Sauerstoffbestimmung wurde nach kräftigem Umschütteln der Flaschen 1 ccm ihres Inhalts zur bakteriologischen Untersuchung entnommen. Um eine möglichst gute Durchmischung des Wassers zu erzielen, wurden jeder Flasche vor der Füllung eine Anzahl steriler Glasperlen, deren Wasserverdrängung genau 1 ccm betrug, zugesetzt.

Zu den Reinkulturversuchen wurde, um einen besseren Vergleich der einzelnen Versuche miteinander zu ermöglichen, eine sehr verdünnte Fränkelsche Nährlösung benutzt. Durch Vorversuche war festgestellt worden, daß in einem destilliertem Wasser, welches mit 1 % der Nährlösung (enthaltend 0,5 % chemisch-reines Kochsalz, 0,2 % Kaliumbiphosphat, 0,4 % Asparagin, 0,6 % milchsaures Ammoniak und 0,95 % Normalkalilauge) versetzt war, die zu den Versuchen benutzten Bakterien sich noch kräftig entwickelten. Diese Verdünnung wurde daher fast ausschließlich verwendet; für 1 l derselben wurde ein Trockenrückstand von 168,2 mg, ein Glühverlust von 127,5 mg und ein Sauerstoffverbrauch (entsprechend einem $KMnO_4$-Verbrauch von 6,967 mg) von 1,764 mg ermittelt. Die Nährlösung wurde in großen 10 l-Kolben sterilisiert, nach dem Abkühlen beimpft, ca. 10 Minuten unter häufigerem Lüften des Stopfens mit Luft durchschüttelt und in die Flaschen abgefüllt, welche nach Zugabe der Glasperlen im strömenden Dampf sterilisiert worden waren. Zum Beimpfen wurden, um eine von Anfang an möglichst gleichmäßige Weiterentwicklung der Bakterien zu erzielen, Kulturen benutzt, die 24 oder 48 Stunden vor dem Versuchsbeginn in 100 ccm der gleichen Nährlösung angesetzt und bei derselben Temperatur gehalten waren, bei der der Versuch durchgeführt werden sollte. Die gesamte Nährlösung un-

mittelbar mit einer geringen Zahl von Keimen längere Zeit vor dem Versuchsbeginn zu impfen und das Heranwachsen der Bakterien auf die gewünschte Zahl abzuwarten, erschien nicht so einwandfrei, da bis zum Versuchsbeginn in der Zusammensetzung der Lösung bereits Änderungen eingetreten sein konnten, welche man bei dem Vergleich der einzelnen Wachstums- und Sauerstoffzehrungskurven schwer hätte in Rechnung stellen können.

Zur Bestimmung des Keimgehaltes wurden gewöhnlich Gelatineplatten, seltener Agarplatten angelegt; in einigen Fällen wurde auch der „Kolititer“ festgestellt. Zum Kolinachweis im letzteren Falle wurde die von Bulíř[1]) angegebene Methode benutzt. Nach 48 Stunden langer Aufbewahrung bei 22° bezw. nach 24 Stunden langer bei 37° wurden die Platten mit Formalin konserviert und mikroskopisch gezählt. Die Sauerstoffbestimmung wurde in der von Winkler[2]) angegebenen Weise ausgeführt.

III. Experimenteller Teil.

A. Versuche mit natürlichen Wässern[3]).

Es wurden Versuche mit Spreewasser ohne Zusatz angestellt, ferner mit Spree- und Rheinwasser, dem je 4 ‰ Abwässer der Berliner Siele zugesetzt waren. Das Spreewasser war am 9. November 1908 mittags geschöpft und zur Befreiung von groben suspendierten Stoffen einmal durch Watte filtriert worden. Das Rheinwasser war bereits im Juli 1907 bei Koblenz dem Rhein entnommen und hatte seitdem im Laboratorium gestanden; es war vollkommen klar. Das Abwasser wurde wie das Spreewasser durch Wattefiltration von den gröberen Schwimmstoffen befreit.

Für Trockenrückstand, Chlorgehalt und Sauerstoffverbrauch der drei Versuchswässer wurden folgende Werte[4]) ermittelt:

mg im Liter	Spreewasser	Spreewasser + 4 ‰ Abwasser	Rheinwasser + 4 ‰ Abwasser
Trockenrückstand	272	276	212
Chlor	43	44	9
Sauerstoffverbrauch	7,8	8,6	3

Alle drei Versuche wurden in der Zeit vom 9.—14. November 1908 bei einer Versuchstemperatur von 20° C angestellt.

[1]) Bedeutung und Nachweis des Bacterium coli im Wasser und eine neue Modifikation der Eijkmanschen Methode. Archiv f. Hyg. 1907, 62, 1.

[2]) Berichte der Deutsch. chem. Gesellsch. 1888, 21, 2843 und 1889, 22, 1764.

[3]) Die hier zu besprechenden drei Versuche sind gemeinsam mit dem früheren wissenschaftlichen Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte Dr. Pleißner ausgeführt und von ihm teilweise in seiner eingangs erwähnten Arbeit benutzt worden.

[4]) Vgl. Pleißner a. a. O.

Tabelle 1. Versuch mit Spreewasser.

Versuchsdauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm	Generationsdauer	Gehalt an Bacterium coli. In 1 ccm Wasser fanden sich über	unter Kolikeime	Gelöster Sauerstoff im Liter mg	Sauerstoffzehrung innerhalb der Versuchszeit mg im l	nach Pleißner auf 1 Std. berechnet mg im l	nach dem Verf. auf 1 Std. berechnet mg im l	von 1 Million Keime in 1 Std. in mg
1	2	3	4		5	6	7	8	9
0	1 961 000	—	1	10	8,47	—	—	—	—
3	2 129 000	25 Std. 19'	1	10	8,34	0,18	0,043	0,043	[0,000 021 0]
6	2 745 000	8 „ 11'	1	10	8,12	0,35	0,058	0,073	0,000 030 2
9	3 641 000	7 „ 22'	1	10	7,92	0,55	0,051	[0,067]	0,000 021 2
12	4 341 000	11 „ 49'	1	10	7,68	0,79	0,066	0,080	0,000 020 1
15	3 557 000	—	1	10	7,54	0,93	0,062	[0,047]	0,000 011 9
18	3 193 000	—	1	10	7,39	1,08	0,060	[0,050]	0,000 014 8
21	1 467 000	—	1	10	7,22	1,25	0,059	[0,057]	0,000 024 5
24	899 000	—	1	10	7,03	1,44	0,060	0,063	0,000 053 2
27	521 000	—	1	10	6,85	1,62	0,060	0,060	0,000 084 5
30	[353 000]	—	1	10	6,83	1,64	0,055	[0,007]	—
33	[420 000]	—	1	10	6,68	1,79	0,054	0,050	—
36	476 000	—	1	10	6,55	1,92	0,053	0,043	0,000 086 3
39	389 000	—	[10	0]	6,46	2,01	0,052	0,030	[0,000 060 2]
42	383 000	—	1	10	6,43	2,04	0,049	[0,010]	[0,000 025 9]
45	313 000	—	[10	0]	6,30	2,17	0,048	[0,043]	0,000 123 5
48	174 000	—	1	10	6,17	2,30	0,048	[0,043]	0,000 176 5
51	174 000	—	[10	0]	6,11	2,36	0,046	[0,020]	[0,000 114 9]
57	137 000	—	1	10	6,12	2,35	0,041	[0,000]	—
69	39 000	—	1	10	5,64	2,83	0,041	0,026	0,000 295 4
72	—	—	—	—	5,67	2,80	0,039	[0,000]	—
81	37 000	—	0	0	5,39	3,08	0,038	0,020	0,000 526 3
93	25 000	—	[1	10]	5,32	3,15	0,034	[0,005]	[0,000 161 2]
105	25 000	—	0	0	5,15	3,32	0,032	0,014	0,000 560 0
117	25 000	—	0	0	5,08	3,39	0,029	0,005	[0,000 200 0]
120	21 000	—	0	0	—	—	—	—	—

NB. Wegen der Bedeutung der [ ] vergl. die Fußnote auf dieser Seite.

Um die etwaigen Beziehungen zwischen Bakterienzahl und Sauerstoffzehrung übersichtlicher zu machen, sind für die drei Versuche (ebenso wie bei den späteren) die Bakterienzahl, der Sauerstoffgehalt und die stündliche Zehrung auf den Kurventafeln 1 (zu Tabelle 1), 2 (zu Tabelle 2) und 3 (zu Tabelle 3) (S. 302 u. 303) graphisch dargestellt worden[1]). Die Versuchsdauer ist als Abszisse, der Sauerstoffgehalt, die stündliche Zehrung und die Bakterienzahl sind als Ordinaten in das Koordinatensystem eingetragen worden.

[1]) Zur Erleichterung des Verständnisses sind in den Tabellen 1—3, sowie auch in den folgenden Tabellen, alle diejenigen Zahlen in [ ] Klammern eingeschlossen worden, welche den regelmäßigen Verlauf des durch die Kurven gekennzeichneten Vorgangs stören. Bei den Durchschnittsberechnungen sind indessen nur die in ( ) Klammern eingeschlossenen Zahlen unberücksichtigt geblieben. Bei den graphischen Darstellungen sind sämtliche Zahlen mitberücksichtigt worden.

Tabelle 2. Versuch mit Spreewasser + 4‰ Abwasser.

Versuchsdauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm	Generationsdauer	Gehalt an Bacterium coli. In 1 ccm Wasser fanden sich über Kolikeime	unter Kolikeime	Gelöster Sauerstoff im Liter mg	Sauerstoffzehrung: innerhalb der Versuchszeit mg im l	nach Pleißner auf 1 Std. berechnet mg im l	nach dem Verf. auf 1 Std. berechnet mg im l	von 1 Million Keime in 1 Std. in mg
1	2	3	4		5	6	7	8	9
0	2 017 000	—	1 000	—	8,31	—	—	—	—
3	3 081 000	4 Std. 55′	1 000	—	7,62	0,69	0,230	0,230	0,000 0923
6	5 294 000	3 „ 50′	1 000	—	7,34	0,97	0,161	0,093	0,000 0230
9	4 285 000	—	100	1 000	7,14	1,17	0,130	[0,067]	[0,000 0140]
12	4 145 000	—	[10	100]	6,80	1,51	0,126	[0,113	0,000 0268
15	[4 762 000]	—	100	1 000	6,53	1,78	0,119	0,090	0,000 0202
18	[4 902 000]	—	100	1 000	6,32	1,99	0,111	0,070	0,000 0145
21	2 689 000	—	100	1 000	6,12	2,19	0,104	0,067	0,000 0176
24	2 185 000	—	100	1 000	5,83	2,48	0,103	[0,097]	0,000 0398
27	[706 000]	—	10	100	5,66	2,65	0,098	0,057	0,000 0394
30	849 000	—	10	100	5,43	2,88	0,096	[0,077]	0,000 0990
33	706 000	—	10	100	5,57	2,74	0,083	—	—
36	664 000	—	[1	10]	5,22	3,09	0,086	[0,035]	[0,000 0511]
39	406 000	—	[1	10]	5,09	3,22	0,083	0,043	[0,000 0804]
42	347 000	—	10	100	4,94	3,37	0,080	[0,050]	0,000 1328
45	[378 000]	—	1	10	4,72	3,59	0,080	0,073]	0,000 1931
48	269 000	—	[10	100	4,85	3,46	0,072	0,000]	—
51	190 000	—	1	10	4,77	3,54	0,070	[0,000]	—
57	126 000	—	[0	0]	4,49	3,82	0,067	0,019	[0,000 0949]
69	69 000	—	1	10	3,92	4,39	0,064	[0,047]	0,000 4710
72	—	—	—	—	3,87	4,44	0,062	0,017	—
81	29 000	—	0	0	3,76	4,55	0,056	0,012	[0,000 2650]
93	27 000	—	0	0	3,67	4,64	0,050	0,007	[0,000 2500]
105	[29 000]	—	[1	10]	3,47	4,84	0,046	[0,017]	0,000 5860
117	14 000	—	[1	10]	3,19	5,12	0,044	[0,023]	0,001 0690
120	14 000	—	0	0	—	—	—	—	—

Zur Aufzeichnung der stündlichen Zehrung ist ein fünfzigmal größerer Maßstab benutzt worden, als zu der des Sauerstoffgehaltes.

Was die Berechnung der stündlichen Zehrung anlangt, so ist für die Zwecke der biologischen Erforschung der Sauerstoffzehrung der von Pleißner eingeschlagene Weg weniger geeignet. Pleißner ist in der Weise verfahren, daß er den bei der Untersuchung der einzelnen Proben gefundenen Sauerstoffverlust jedesmal durch die Anzahl der seit dem Versuchsbeginn verstrichenen Stunden dividiert. Er erhält so die in Spalte 7 der Tabellen wiedergegebenen Werte. Diese geben aber nicht ein dem tatsächlichen Zehrungsverlauf entsprechendes Bild, sondern stellen lediglich aus dem erhaltenen Gesamtwert der Zehrung für die Zeitdauer einer Stunde errechnete Mittelwerte dar, um so einen bequemen Vergleichswert für die Sauerstoffzehrung bei verschiedenen Untersuchungen zu schaffen. In Wirklichkeit sind nämlich die Unter-

Tabelle 3. Versuch mit Rheinwasser + 4‰ Abwasser.

Versuchsdauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm	Generationsdauer	Gehalt an Bacterium coli. In 1 ccm Wasser fanden sich über Kolikeime	unter Kolikeime	Gelöster Sauerstoff im Liter mg	Sauerstoffzehrung: innerhalb der Versuchszeit mg im l	nach Pleißner auf 1 Std berechnet mg im l	nach dem Verf. auf 1 Std. berechnet mg im l	von 1 Million Keime in 1 Std. in mg
1	2	3	4		5	6	7	8	9
0	18 000	—	1 000	—	8,83	—	—	—	—
3	24 000	7 Std. 14′	100	1 000	8,88	—	—	—	—
6	29 000	10 „ 59′	100	1 000	8,85	—	—	—	—
9	57 000	3 „ 5′	100	1 000	8,81	0,02	0,002	0,002	[0,000 062 4]
12	157 000	2 „ 3′	100	1 000	8,73	0,10	0,008	0,027	0,000 285 5
15	600 000	1 „ 33′	[1 000]	—	8,50	0,33	0,022	0,077	0,000 250 8
18	2 242 000	1 „ 34′	100	1 000	8,12	0,71	0,039	0,127	0,000 109 4
21	2 633 000	12 „ 56′	100	1 000	7,94	0,89	0,042	0,060	0,000 024 7
24	3 445 000	7 „ 44′	[1 000]	—	7,80	1,03	0,043	0,047	0,000 015 6
27	[3 333 000]	—	100	1 000	7,66	1,17	0,043	0,047	0,000 013 9
30	3 445 000	—	[1 000]	—	7,48	1,35	0,045	[0,060]	[0,000 017 4]
33	3 753 000	—	[1 000]	—	7,36	1,47	0,045	0,040	0,000 011 1
36	3 389 000	—	[1 000]	—	7,42	1,41	0,039	0,020	0,000 005 6
39	2 857 000	—	[1 000]	—	7,39	1,44	0,037	0,010	0,000 003 2
42	[2 213 000]	—	100	1 000	7,38	1,45	0,035	[0,003]	0,000 001 2
45	—	—	[1 000]	—	7,40	1,43	0,032	0,007	—
48	2 241 000	—	[1 000]	—	7,37	1,46	0,030	[0,010]	0,000 004 5
51	2 129 000	—	100	1 000	7,14	1,69	0,033	[0,077]	0,000 035 2
57	1 568 000	—	[1 000]	—	—	—	—	—	—
69	23 000		100	1 000	6,56	2,27	0,033	[0,032]	[0,000 029 7]
72	—	—	—	—	6,43	2,40	0,033	[0,043]	0,001 869 0
81	11 000	—	100	1 000	6,15	2,68	0,033	[0,031]	0,001 823 0
93	10 000	—	100	1 000	6,13	2,70	0,029	0,002	[0,000 191 0]
105	[14 000]	—	10	100	6,34	2,49	0,024	0	—
117	6 000	—	10	100	6,12	2,71	0,023	0	—
120	—	—	[100	1 000]	6,13	2,70	0,023	0	—

schiede in den stündlichen Zehrungen im Anfang und gegen Ende der hier angeführten Versuche viel größer, als sie nach der von Pleißner angewandten Berechnungsart erscheinen. Das veranschaulichen die in Spalte 8 der Tabellen berechneten Werte. Sie wurden durch Division des in zwei aufeinanderfolgenden Untersuchungen gefundenen Sauerstoffverlustes mit der zwischen beiden Untersuchungen verflossenen Stundenzahl erhalten. Genau genommen müßten zu diesem Zwecke die Einzeluntersuchungen stündlich aufeinanderfolgen; die Unterschiede würden sich dann noch vergrößern. Ein solches Vorgehen hätte aber die an und für sich schon sehr ermüdende Untersuchung zu einer Aufgabe gemacht, welche von einem einzelnen Untersucher nicht hätte bewältigt werden können.

Digitized by Google

Die auf den angegebenen Wegen erhaltenen höchsten und niedrigsten Werte für die stündliche Zehrung in den drei Versuchen sind nachfolgend noch einmal gegenübergestellt.

Nr. der Tabelle	nach Pleißner			nach eigener Berechnung		
	Stundenzehrung		Differenz	stündliche Zehrung		Differenz
	größte	geringste		größte	geringste	
1	0,066	0,029	0,037	0,080	0,005	0,075
2	0,230	0,044	0,186	0,230	0,007	0,223
3	0,045	0,002	0,043	0,127	0,000	0,127

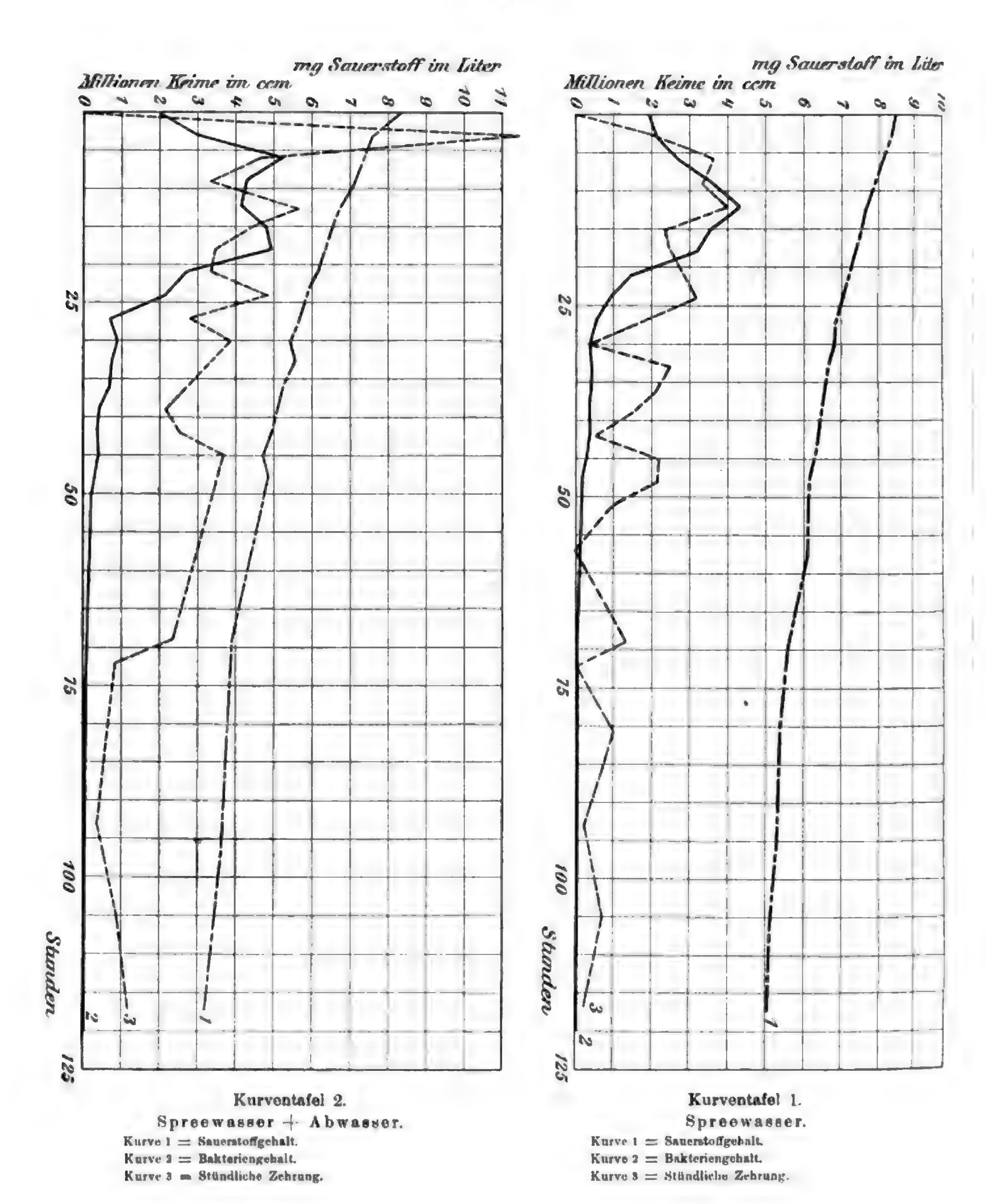
Um den stündlichen Sauerstoffverbrauch für 1 Million Keime (vgl. Spalte 9 der Tabellen) zu ermitteln, ist die stündliche Zehrung und als Keimzahl bei aufsteigender Bakterienkurve das aus der bei der gleichzeitigen und der vorhergehenden Bakterienzählung berechnete geometrische Mittel, bei fallender Kurve das arithmetische Mittel benutzt worden.

Die Versuche zeigen zunächst deutlich, was auch Pleißner auf Grund derselben hervorhebt, daß, wie zu erwarten war, die Zehrung um so schneller verläuft, je verschmutzter das Wasser ist.

Die stündlichen Zehrungen in Spalte 8 lassen ganz allgemein ein rasches Ansteigen und darauf ein allmähliches Fallen der Zehrungskurve erkennen. Im einzelnen schwanken die berechneten Zahlen allerdings, namentlich in Tabelle 1 und 2, nicht unbeträchtlich um den zu erwartenden Wert der Zu- oder Abnahme. Es mag das zum Teil daran liegen, daß die einzelnen Untersuchungen nicht in gleichmäßigen Zwischenräumen erfolgten und daß die Zehrung in den verschiedenen Flaschen ungleichmäßig verlief, andrerseits ist es aber von vornherein nicht ausgeschlossen, daß die Zehrung tatsächlich unregelmäßig verläuft, entsprechend wechselnden biologischen Vorgängen innerhalb der einzelnen Flaschen. Es ist z. B. nicht unmöglich, daß trotz absoluter Keimverminderung doch einzelne anfänglich unterdrückte Arten sich vermehrten und so den Sauerstoffverbrauch steigerten, auch an ein Binden des Sauerstoffs durch die abgestorbenen Bakterien oder rein chemische Vorgänge wäre vielleicht zu denken.

Was die Bakterienentwicklung betrifft, so wurde übereinstimmend in allen drei Versuchen, ein zunächst konstanter, später zurückgehender „Kolititer" gefunden (vgl. Spalte 3). Die übrigen Keime lassen in den Spreewasserversuchen eine kurz nach dem Versuchsanfang beginnende, ziemlich gleichmäßig und schnell verlaufende Vermehrung bis etwas über das Doppelte der anfänglichen Zahl erkennen; dann bleibt die Bakterienzahl kurze Zeit konstant, fällt darauf zunächst schnell bis etwa auf die Hälfte ihrer ursprünglichen Höhe, um nun ganz allmählich weiter zu sinken. Im Rheinwasser, das allerdings infolge seiner langen Aufbewahrung dem frisch geschöpften Wasser nicht mehr vergleichbar war, sind die Verhältnisse zwar etwas anders, aber recht durchsichtig (vgl. Tabelle 3 und Kurventafel 3). In den ersten 12 Stunden tritt hier eine nur geringe Keimvermehrung ein, dann steigt

Digitized by Google



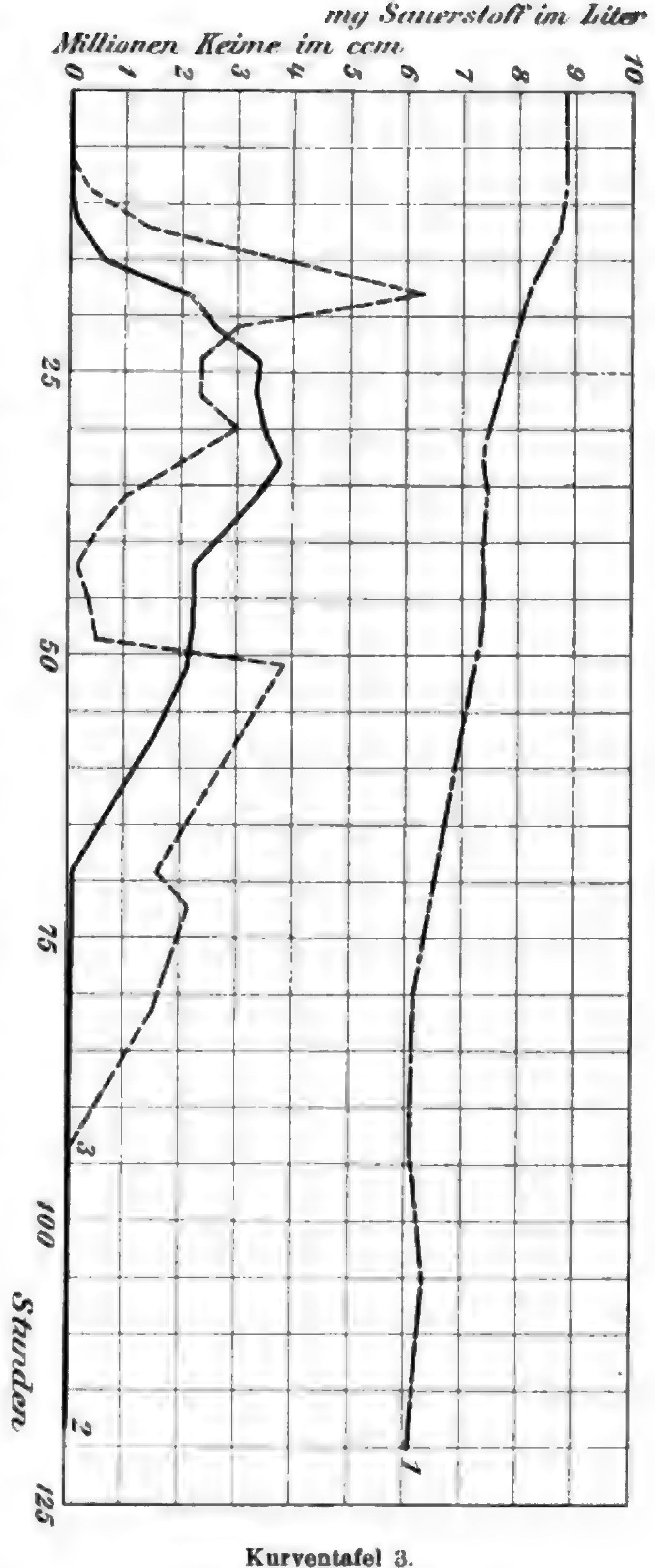
Kurventafel 2.
Spreewasser + Abwasser.
Kurve 1 = Sauerstoffgehalt.
Kurve 2 = Bakteriengehalt.
Kurve 3 = Stündliche Zehrung.

Kurventafel 1.
Spreewasser.
Kurve 1 = Sauerstoffgehalt.
Kurve 2 = Bakteriengehalt.
Kurve 3 = Stündliche Zehrung.

Digitized by Google

die Bakterienzahl, aber langsamer als im Spreewasser, um dann noch viel allmählicher abzufallen.

Entsprechend der Bakterienentwicklung ist in diesem letzten Versuch die Sauerstoffzehrung in den ersten 10 Stunden, in denen die Keimvermehrung noch langsam vor sich geht und die Keimzahl nur ca. 50000 in 1 ccm erreicht, gleich null. Mit lebhaft ansteigender **Bakterienkurve** nimmt auch der Sauerstoffgehalt ab und zwar entspricht dem steilsten **Anstieg** jener zwischen der 15. und 18. Stunde auch der steilste **Abfall der Sauerstoffkurve**. Trotzdem die Bakterienzahl sich noch weiter, wenn auch langsamer vergrößert, ist späterhin ein so steiler Abfall der Sauerstoffkurve nicht mehr nachzuweisen. Der Abfall verflacht sich mit abnehmendem Keimgehalt weiter, um schließlich nach ca. 80 Stunden, nachdem kurze Zeit vorher eine Konstanz in der Bakterienzahl eingetreten war, gleich Null zu werden. Im großen und ganzen lassen sich dieselben Beziehungen auch zwischen dem Verlauf der **stündlichen Zehrung** und dem **Bakteriengehalt** nachweisen. In dem Augenblick, in welchem in der Zeiteinheit die absolute Keimzunahme den Höhepunkt erreicht, d. h. zwischen der 12. und 18. Stunde ist auch die stündliche Zehrung bei weitem am größten, im weiteren Verlauf weist dieselbe zwar ziemliche Unregelmäßigkeiten auf, deren event. Ursachen schon kurz angedeutet wurden, immerhin ist die **fallende Tendenz der Kurve** nicht zu verkennen.



Kurventafel 3.

Rheinwasser + Abwasser.

Kurve 1 = Sauerstoffgehalt.
Kurve 2 = Bakteriengehalt.
Kurve 3 = Stündliche Zehrung.

Digitized by Google

Auf den Verlauf der Kurven in den Spreewasserversuchen (Kurventafel 1 und 2) näher einzugehen, erübrigt sich, da sich hier, wenn auch etwas weniger klar, die eben besprochenen Verhältnisse wiederholen. Es möge genügen, darauf hinzuweisen, daß hier, wo ein frisch geschöpftes, ziemlich stark verschmutztes Wasser mit einer, seinen besonderen Eigenschaften angepaßten, recht beträchtlichen Bakterienflora benutzt wurde, lebhafte Bakterienvermehrung und Sauerstoffzehrung sofort einsetzten.

Von größtem Einfluß auf die Art des Verlaufs der Zehrungskurve ist anscheinend die Generationsdauer[1]) (vgl. die Spalten 3 der Tabellen), d. h. der relative Keimzuwachs in der Zeiteinheit, in zweiter Linie der absolute Keimgehalt. Wenn man also in zwei Parallelversuchen nach einer bestimmten Versuchszeit die gleiche Keimzahl findet und diese in einem Falle durch schnelles Anwachsen eines geringen Anfangskeimgehaltes erreicht wurde (kurze Generationsdauer), während sie sich im anderen Falle fast während der ganzen Zeit auf derselben Höhe gehalten hat, so wird die Sauerstoffzehrung im ersten Falle größer sein als im zweiten (vgl. S. 311 u. 316). Man kann daher, da das Bacterium coli in den untersuchten Wässern nur in geringer Zahl vorhanden war und sich nicht vermehrte, annehmen, daß es zu dem Zustandekommen der Sauerstoffzehrung in diesen drei Versuchen so gut wie gar nicht beigetragen hat.

Schließlich muß noch kurz auf die in der Spalte 9 der Tabellen 1—3 berechneten Werte für den stündlichen Sauerstoffverbrauch einer Million Keime eingegangen werden. Solange die Keimvermehrung anhält oder der Rückgang nur gering ist, läßt der Sauerstoffverbrauch eine fortschreitende Abnahme erkennen, um dann bei stärkerem Abfall der Bakterienzahl eine auffallende Steigerung zu erfahren. Da bei dem vorhandenen Bakteriengemisch einmal gegen die Stichhaltigkeit der Keimzahl an sich Einwände erhoben werden können und dieselbe außerdem kein genaueres Bild von den tatsächlichen Veränderungen der Bakterienflora gibt, soll hier eine Erklärung der erwähnten Beobachtungen, die in einem gewissen Gegensatz zu den Ausführungen des vorhergehenden Abschnittes stehen, nicht versucht werden. Bei der Besprechung der Reinkulturversuche bietet sich Gelegenheit, auf diesen Punkt nochmals zurückzukommen (vgl. S. 311 u. 312).

Die Ergebnisse der drei besprochenen Versuche lassen allgemeine Schlüsse über den Verlauf der Sauerstoffzehrung in natürlichen Wässern nicht zu, sie bestätigen nur die bereits bekannte Tatsache, daß die Zehrung nicht in gleichförmiger Weise verläuft, und lassen eine gewisse gesetzmäßige Abhängigkeit derselben von der Bakterienentwicklung erkennen. Die abweichenden Versuchsergebnisse, welche sich in dem zickzackförmigen Verlauf hauptsächlich der stündlichen „Zehrungskurve" zu erkennen geben, sind vielleicht zum Teil auf Versuchsfehler zurückzuführen, teils können sie aber auch sehr wohl durch andere, schon weiter oben erwähnte (s. S. 301) Gründe bedingt sein.

B. Versuche mit Reinkulturen in Nährlösungen.

Zu den Versuchen wurde Bac. fluorescens liquefaciens und Bacterium coli St. *, beides schon längere Zeit im Laboratorium fortgezüchtete Stämme, ge-

[1]) Vgl. dazu S. 305.

Digitized by Google

wählt. Der Bac. fluorescens besaß die morphologischen und färberischen Eigenschaften, wie sie von Lehmann-Neumann[1]) für diese Art angegeben werden, er koagulierte Milch nicht, bildete einen gelbgrünen fluoreszierenden Farbstoff, kein Pyocyanin. Der Kolistamm war, wie die Prüfung seines morphologischen und färberischen Verhaltens sowie die Prüfung nach dem von Bulíř[2]) angegebenen Verfahren bewies, ein typisches Bacterium coli. Maßgebend für die Wahl dieser Bakterien war, daß beide häufig in natürlichen Wässern vorkommen, das starke Sauerstoffbedürfnis der einen und das fakultativ anaerobe Verhalten der andern Art und nicht zum wenigsten die Möglichkeit, beide Arten bei gemeinsamer Kultur auseinanderhalten zu können; denn durch Aufbewahren der Gußplatten bei Bruttemperatur gelingt es, wie durch Vorversuche nochmals festgestellt wurde, den Bac. fluorescens liquefaciens vollständig zurückzuhalten, während für Bacterium coli gleichzeitig optimale Temperaturverhältnisse geschaffen werden. Die zu den Versuchen benutzte Nährlösung ist schon weiter oben näher beschrieben worden (vgl. S. 296).

1. Versuche mit Bacillus fluorescens liquefaciens.

Es wurden im ganzen fünf Versuche angestellt, deren Ergebnisse zum Schluß dieses Abschnittes zusammen besprochen werden sollen. Im Anschluß an die im Abschnitt A geschilderten Versuche 1—3 sind diese Versuche fortlaufend weiter numeriert worden. Es folgt zunächst eine Beschreibung der einzelnen Versuche.

Versuch Nr. 4. Zum Impfen wurde eine Kultur[3]) benutzt, die 48 Stunden bei 20—22° gestanden hatte. Versuchstemperatur 22° C. Bei Beginn des Versuchs betrug die Temperatur der Nährlösung 20°.

Die Ergebnisse sind in Tabelle Nr. 4 und der zugehörigen Kurventafel Nr. 4 zusammengestellt.

Zum Verständnis der Tabellen genügt betreffs der von dem Verf. angewandten Methode der Berechnung der stündlichen Zehrung und des stündlichen Sauerstoffverbrauchs für 1 Million Keime der Hinweis auf die bereits vorher gemachten Ausführungen (vgl. S. 300 u. 301).

Die Generationsdauer wurde nach der von Rahn[4]) angegebenen Formel

$$y = \frac{t \log 2}{\log b - \log a}$$

berechnet, wobei y die Generationsdauer, a die anfängliche Keimzahl in einem bestimmten Volumen, b die Keimzahl in dem gleichen Volumen nach der Zeit t bedeutet.

Als Anfangskeimzahl wurde jedesmal die bei der vorhergehenden Untersuchung gefundene Bakterienmenge benutzt, um so ein genaueres Bild vom Verlauf der

---

[1]) Bakteriologische Diagnostik II, 5. Auflage 1910.

[2]) Bedeutung und Nachweis des Bacterium coli im Wasser und eine neue Modifikation der Eijkmanschen Methode. Archiv f. Hyg. 1907, 62, 1.

[3]) Wenn nichts anderes gesagt ist, wurde die Kultur immer mit der gleichen Nährlösung angesetzt, welche bei dem Versuch benutzt wurde.

[4]) Über den Einfluß der Stoffwechselprodukte auf das Wachstum der Bakterien. Zentrlbl. f. Bakt. usw., 2. Abt., 1906, Bd. XVI, S. 417.

Generationsdauer zu erhalten, allerdings traten dann auch die vorhandenen Unregelmäßigkeiten und Störungen auffallender hervor.

Tabelle 4. Versuch Nr. 4 mit Bacillus fluorescens liquefaciens.

Versuchsdauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm des Inhaltes der geschlossenen Flasche	Generationsdauer	Gelöster Sauerstoff im Liter mg	Sauerstoffzehrung		
				innerhalb der Versuchszeit mg im l	auf 1 Stunde berechnet mg im l	von 1 Million Keime auf 1 Stunde berechnet in mg
1	2	3	4	5	6	7
0	1 000	—	8,442	—	—	—
10	2 000	10 Std.	8,456	—	—	—
12	3 000	4 „	8,420	—	—	—
14	4 000	[4 „ 48']	8,472	—	—	—
20	23 000	2 „ 23'	8,331	0,111	0,018	[0,001 87]
24	109 000	1 „ 47'	8,131	0,311	0,050	[0,000 99]
28	289 000	[2 „ 50']	7,869	0,573	0,065	[0,000 37]
32	2 078 000	1 „ 27'	5,382	3,060	0,622	[0,000 80]
34	5 610 000	1 „ 24'	1,287	7,155	2,047	[0,000 60]
35	12 604 000	51'	0,000	8,442	1,287	(0,000 15)

Versuch Nr. 5. Zu diesem Versuch wurde, um ein Latenzstadium in der Bakterienentwicklung während der ersten Stunden des Versuchs möglichst zu vermeiden, die gesamte Nährlösung ca. 15 Stunden vor der Versuchsanstellung mit einer geringen Menge einer 24 Stunden alten, bei 22° gehaltenen Kultur geimpft und bei Zimmertemperatur im Dunkeln aufgehoben. Die Temperatur der Nährlösung betrug bei Beginn 19° C.

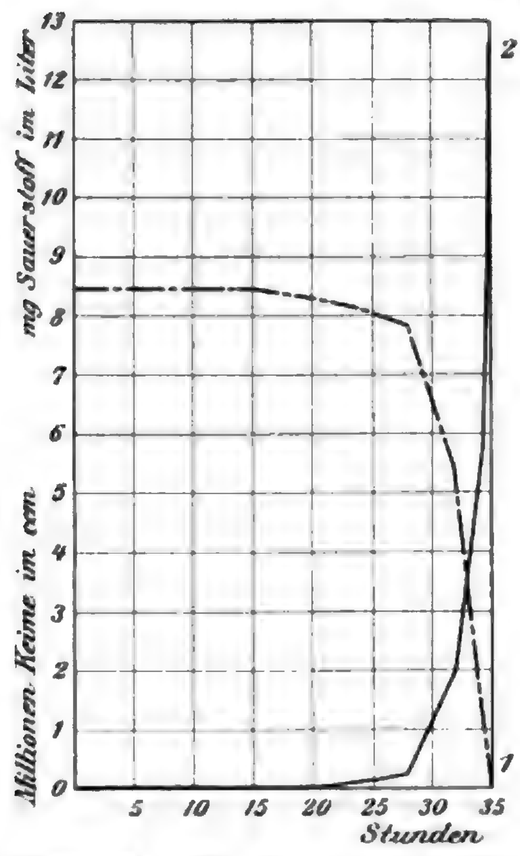
Versuchstemperatur 22° C.

Vergl. hierzu Tabelle Nr. 5 und Kurventafel Nr. 5.

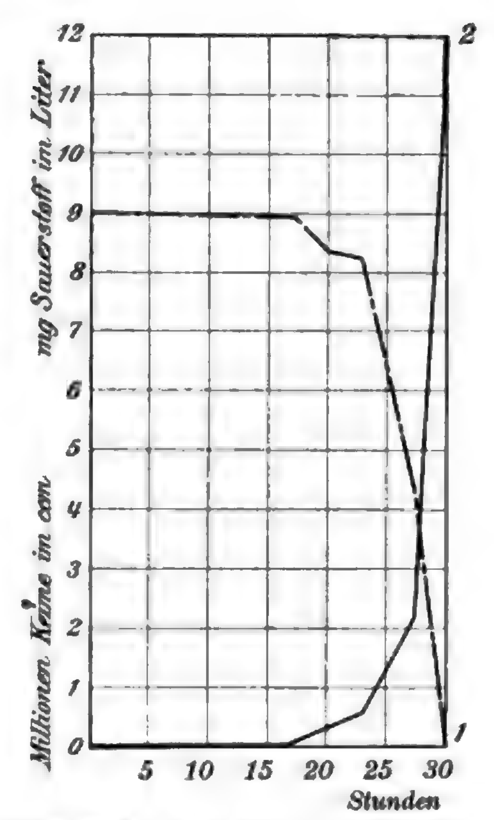
Tabelle 5. Versuch Nr. 5 mit Bacillus fluorescens liquefaciens.

Versuchsdauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm des Inhaltes der geschlossenen Flasche	Generationsdauer	Gelöster Sauerstoff im Liter mg	Sauerstoffzehrung		
				innerhalb der Versuchszeit mg im l	auf 1 Stunde berechnet mg im l	von 1 Million Keime auf 1 Stunde berechnet in mg
1	2	3	4	5	6	7
0	300	—	9,067	—	—	—
2	800	1 Std. 25'	9,049	0,018	[0,009]	—
4	900	[12 „ 17']	9,017	0,050	[0,016]	—
8	3 100	2 „ 14'	8,997	0,070	[0,005]	—
12	9 700	2 „ 26'	8,993	0,074	0,001	—
14	26 200	1 „ 24'	8,991	0,076	0,001	—
17	44 300	[3 „ 57']	8,895	0,172	0,001	[0,000 29]
20	341 700	1 „ 10'	8,331	0,736	0,188	[0,001 53]
23	507 000	[5 „ 16']	8,285	0,782	[0,015]	[0,000 04]
27	2 168 000	1 „ 54'	4,640	4,427	0,911	[0,000 87]
30	12 004 000	1 „ 13'	0,000	9,067	1,547	[0,000 30]

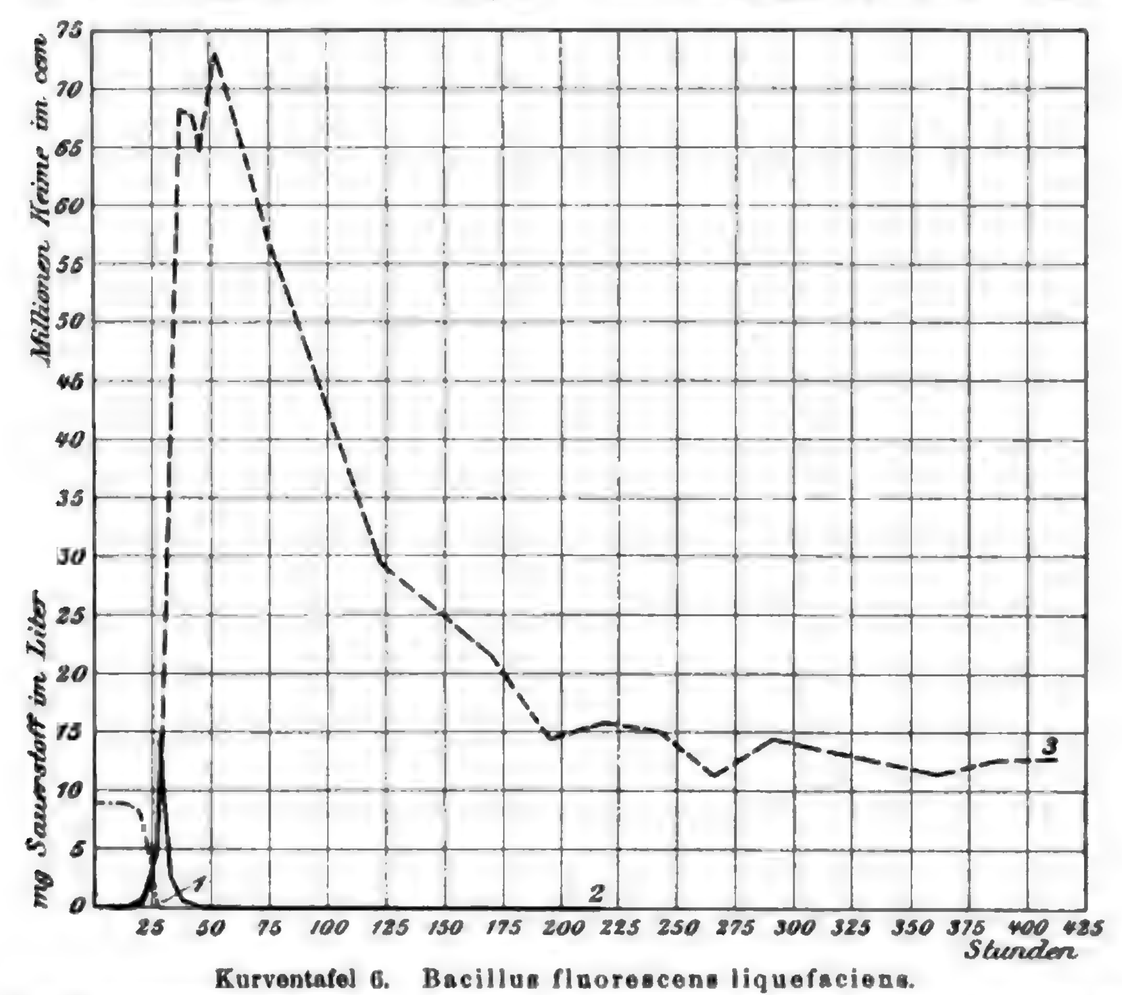
Digitized by Google



Kurventaf. 4. Bac. fluoresc. liquefac.
Kurve 1 = Sauerstoffgehalt. Kurve 2 = Bakteriengehalt.



Kurventaf. 5. Bac. fluoresc. liquefac.
Kurve 1 = Sauerstoffgehalt. Kurve 2 = Bakteriengehalt.



Kurventafel 6. Bacillus fluorescens liquefaciens.
Kurve 1 = Sauerstoffgehalt. Kurve 2 = Bakteriengehalt in der geschlossenen Flasche. Kurve 3 = Bakteriengehalt im offenen Kolben.

Versuch Nr. 6. Zum Impfen wurde eine 40 Stunden bei Zimmertemperatur gehaltene Kultur benutzt. Die Temperatur der Nährlösung betrug bei Versuchsbeginn 19° C.

Versuchstemperatur 22°. Vgl. hierzu Tabelle Nr. 6 u. Kurventafel Nr. 6.

Tabelle 6. Versuch Nr. 6 mit Bacillus fluorescens liquefaciens.

Versuchsdauer in Stdn.	Keimzahl in 1 ccm des Inhaltes		Generationsdauer	Gelöster Sauerstoff im Liter mg	Sauerstoffzehrung		
	des Erlenmeyerkolbens	der geschlossenen Flasche			innerhalb der Versuchszeit mg im l	auf 1 Stunde berechnet mg im l	von 1 Million Keime in 1 Stunde in mg
1	2	3	4	5	6	7	8
0	4 000	4 000	—	8,825	—	—	—
3½	5 000	5 000	10 Std. 52′	8,825	0,000	0,000	—
8	9 000	12 000	3 „ 34′	8,819	0,006	0,001	0,000 13
11½	19 000	23 000	[3 „ 44′]	8,800	0,025	0,005	0,000 30
14½	53 000	61 000	2 „ 8′	8,695	0,130	0,035	[0,000 93]
18	187 000	349 000	1 „ 33′	8,277	0,548	0,119	[0,000 81]
21	618 000	521 000	[5 „ 11′]	7,699	1,126	0,193	0,000 45
23	1 654 000	2 200 000	58′	6,214	2,611	0,742	[0,000 69]
25	3 920 000	3 596 000	[2 „ 49′]	3,867	4,958	1,173	0,000 41
26	—	4 855 000	[2 „ 18′]	1,759	7,066	2,108	0,000 50
27	—	9 991 000	58′	0,000	8,825	1,759	(0,000 25)
28	11 436 000	14 333 000	1 „ 55′	—	—	—	—
33	45 655 000	2 654 000	—	—	—	—	—
37	68 342 000	396 000	—	—	—	—	—
42	[67 782 000]	260 000	—	—	—	—	—
46½	[64 701 000]	80 000	—	—	—	—	—
52	72 823 000	75 000	—	—	—	—	—
58½	69 742 000	—	—	—	—	—	—
74½	56 859 000	[85 000]	—	—	—	—	—
98½	42 574 000	27 000	—	—	—	—	—
122½	29 409 000	23 000	—	—	—	—	—
170½	21 429 000	15 000	—	—	—	—	—
194½	[14 583 000]	[68 000]	—	—	—	—	—
218½	15 833 000	12 000	—	—	—	—	—
242½	15 167 000	—	—	—	—	—	—
266½	[11 204 000]	—	—	—	—	—	—
290½	14 565 000	—	—	—	—	—	—
362½	[11 428 000]	—	—	—	—	—	—
386½	12 604 000	—	—	—	—	—	—
410½	12 772 000	—	—	—	—	—	—

Versuch Nr. 7. Dieser Versuch wurde zu derselben Zeit und unter denselben Bedingungen wie der vorhergehende angestellt und unterscheidet sich von ihm nur durch den höheren anfänglichen Keimgehalt. Hierzu Tabelle Nr. 7 u. Kurventafel Nr. 7.

Versuch Nr. 8. Um das Sauerstoffbedürfnis nicht mehr in Teilung begriffener Fluoreszenzkeime festzustellen, wurde die gesamte Nährlösung nach Einimpfen einer 24 Stunden alten, bei 22° gehaltenen Kultur 69 Stunden bei 22° aufgestellt und während dieser Zeit häufiger unter Lüften des Wattestopfens mit Luft geschüttelt. Die Temperatur der Nährlösung betrug bei Versuchsbeginn 22°.

Versuchstemperatur 22°. Die Ergebnisse sind in Tabelle Nr. 8 zusammengestellt und in Kurventafel Nr. 8 graphisch dargestellt.

Tabelle 7. Versuch Nr. 7 mit Bacillus fluorescens liquefaciens.

Versuchsdauer in Stdn.	Keimzahl in 1 ccm des Inhaltes: des Erlenmeyerkolbens	Keimzahl in 1 ccm des Inhaltes: der geschlossenen Flasche	Generationsdauer	Gelöster Sauerstoff im Liter mg	Sauerstoffzehrung: innerhalb der Versuchszeit mg im l	Sauerstoffzehrung: auf 1 Stunde berechnet mg im l	Sauerstoffzehrung: von 1 Million Keime in 1 Stunde in mg
1	2	3	4	5	6	7	8
0	69 000	69 000	—	8,833	—	—	—
2½	86 000	104 000	4 Std. 13'	8,821	0,012	0,005	(0,000 059)
7	109 000	250 000	3 „ 33'	8,660	0,173	0,036	0,000 22
10½	255 000	507 000	3 „ 26'	8,221	0,612	0,126	0,000 35
13½	432 000	1 008 000	3 „ 1'	7,315	1,518	0,302	0,000 42
17	1 690 000	3 884 000	1 „ 48'	3,355	5,478	1,132	0,000 57
17½	—	5 600 000	57'	1,969	6,864	2,772	0,000 59
18½	—	9 847 000	1 „ 14'	0,000	8,833	(1,969)	(0,000 26)
20	9 250 000	13 167 000	3 „ 35'	—	—	—	—
22	29 129 000	8 500 000	—	—	—	—	—
24	—	3 452 000	—	—	—	—	—
27	58 259 000	1 003 000	—	—	—	—	—
32	64 701 000	570 000	—	—	—	—	—
36	[64 420 000]	405 000	—	—	—	—	—
41	77 306 000	[23 000¹)]	—	—	—	—	—
45½	78 146 000	[38 000¹)]	—	—	—	—	—
51	67 221 000	50 000¹)	—	—	—	—	—
57½	[69 182 000]	—	—	—	—	—	—
73½	53 217 000	29 000	—	—	—	—	—
97½	40 613 000	3 000	—	—	—	—	—
121½	34 171 000	1 600	—	—	—	—	—
169½	19 326 000	—	—	—	—	—	—
193½	17 926 000	—	—	—	—	—	—
217½	[23 247 000]	900	—	—	—	—	—
241½	[13 583 000]	100	—	—	—	—	—
265½	13 892 000	[200]	—	—	—	—	—
289½	13 780 000	—	—	—	—	—	—
361½	11 428 000	—	—	—	—	—	—
385½	[12 268 000]	—	—	—	—	—	—
409½	11 204 000	—	—	—	—	—	—

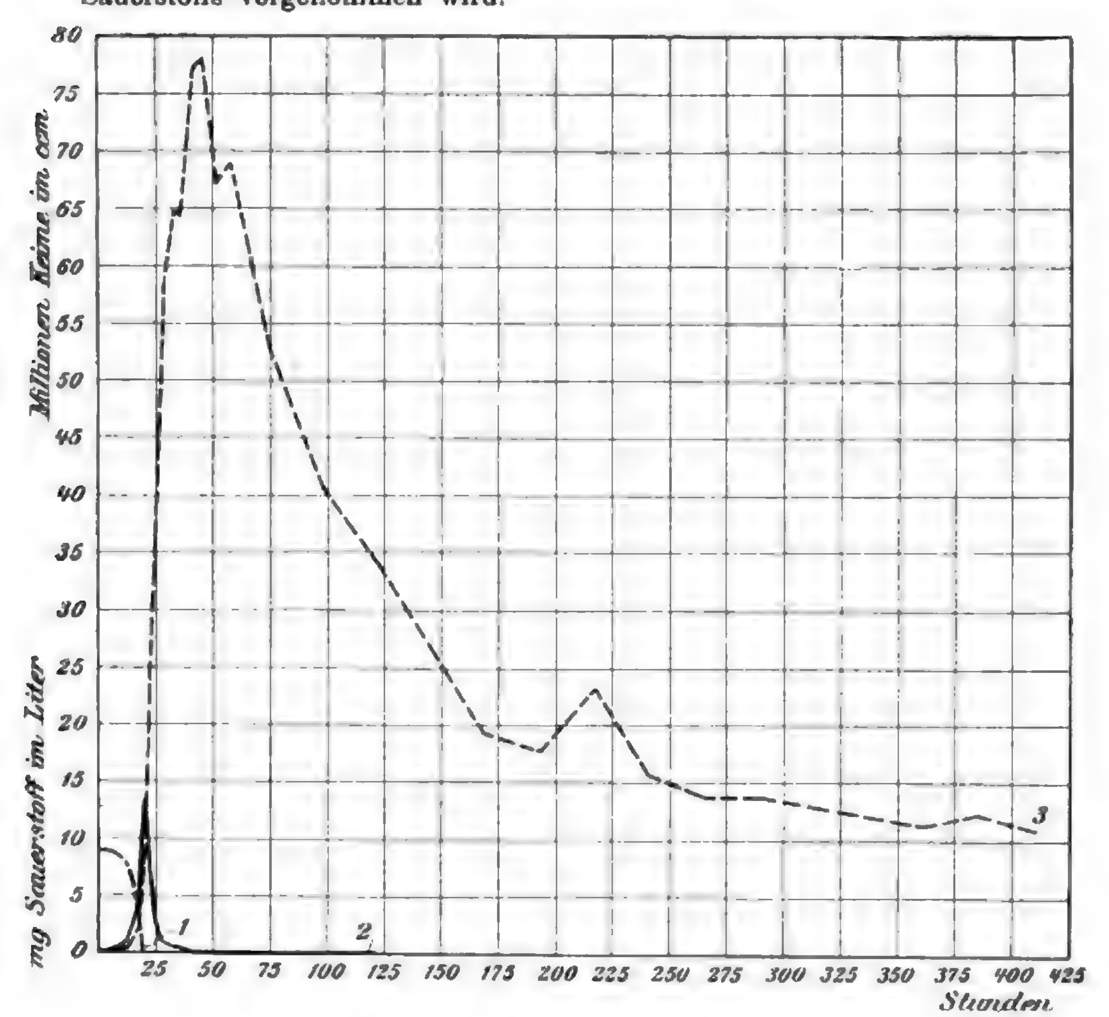
Tabelle 8. Versuch Nr. 8 mit Bacillus fluorescens liquefaciens.

Versuchsdauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm des Inhaltes der geschlossenen Flasche	Gelöster Sauerstoff im Liter mg	Sauerstoffzehrung: innerhalb der Versuchszeit mg im l	Sauerstoffzehrung: auf 1 Stunde berechnet mg im l	Sauerstoffzehrung: von 1 Million Keime in 1 Stunde in mg
1	2	3	4	5	6
0	35 151 000	7,609	—	—	—
1	33 611 000	6,769	0,840	0,840	0,000 024
2	25 614 000	5,277	2,332	1,492	0,000 050
3	22 333 000	3,762	3,847	1,515	0,000 063
4	17 250 000	1,574	6,035	2,188	0,000 110

¹) Die Platten mußten infolge zu dünner Besäung mit der Lupe gezählt werden.

Die Ergebnisse der vorstehend wiedergegebenen Versuche lassen sich kurz, wie folgt, zusammenfassen:

a) Die unter den angegebenen Bedingungen erhaltene Sauerstoffzehrungskurve weicht in ihrem Verlaufe von den in den natürlichen Wässern erhaltenen Kurven zunächst insofern ab, als übereinstimmend in allen Versuchen ein ständiges Wachsen der Sauerstoffzehrung beobachtet wird, das besonders deutlich bei einem Vergleich der stündlichen Zehrung (vergl. Versuch Nr. 7 Kolumne 8) zum Ausdruck kommt. Der letzte, zuweilen etwas zurückbleibende Wert muß hierbei unberücksichtigt bleiben, da er um so niedriger wird, je später die Untersuchung nach Aufzehrung der letzten Reste vorhandenen Sauerstoffs vorgenommen wird.



Kurventafel 7. Bacillus fluorescens liquefaciens.
Kurve 1 = Sauerstoffgehalt. Kurve 2 = Bakteriengehalt in der geschlossenen Flasche. Kurve 3 = Bakteriengehalt im offenen Kolben.

Kurventafel 8. Bac. fluoresc. liquefaciens.
Kurve 1 = Sauerstoffgehalt. Kurve 2 = Bakteriengehalt.

b) Abweichend ist ferner auch der schnelle Verlauf der Zehrung und das vollständige Verschwinden des gesamten Sauerstoffs.

c) Was im übrigen die Beziehungen zwischen Sauerstoffzehrungsverlauf und der Entwicklung von Bac. fluorescens liquefaciens anbetrifft, so ergeben die Versuche Nr. 4, 5, 6 und 7 in Übereinstimmung mit denjenigen unter Benutzung natürlicher Wässer (vergl. S. 304 und Tabelle 3), daß die Zehrungsgröße außer von der absoluten

Digitized by Google

Keimzahl besonders von der Generationsdauer abhängig ist. Der zunächst unter fortschreitender Verkürzung der Generationsdauer (vergl. Versuch Nr. 7 Kolumne 4) einsetzenden Keimvermehrung entspricht das ständige Anwachsen der Sauerstoff- bezw. der stündlichen Zehrung. Ist die Generationsdauer aus irgendwelchen Gründen verzögert, wie z. B. in einigen Flaschen der Versuche Nr. 4 und 5, so macht sich dieser Umstand in einer verhältnismäßig geringen Zunahme oder gar in einer Abnahme der stündlichen Zehrung bemerkbar. Daß diese Herabsetzung nich etwa durch Nährstoffmangel bedingt ist, geht daraus hervor, daß nur vereinzelte Flaschen dieselbe zeigen.

d) Im Gegensatz zu den Versuchen mit natürlichen Wässern läßt die Berechnung des Sauerstoffverbrauchs für eine Million Keime, solange noch eine Vermehrung derselben stattfindet, nicht nur keine Abnahme, sondern, wie aus dem ohne Störung verlaufenen Versuch Nr. 7 hervorgeht, eine dauernde Zunahme erkennen. Man kann daher wohl mit einiger Berechtigung vermuten, daß bei den Versuchen mit natürlichen Wässern die Ergebnisse durch Oxydationsvorgänge rein chemischer Natur derartig beeinflußt werden, daß sich bei Berechnung des stündlichen Sauerstoffbedarfes für 1 Million Bakterien jene Abweichungen ergeben.

e) Unterschiede in der Einsaatmenge, wenn sie einigermaßen beträchtlich sind, machen sich bei sonst gleichen Versuchsbedingungen deutlich im Verlauf der Sauerstoffzehrungskurve bemerkbar. So werden z. B. im Versuch Nr. 6 bei einem anfänglichen Keimgehalt von 4000 in 1 ccm erst nach 14,5 Stunden 0,13 mg und nach 27 Stunden der gesamte Sauerstoff, 8,825 mg im Liter, aufgezehrt, während im Versuch Nr. 7 mit 69000 Keimen Einsaat pro 1 ccm die gleichen Sauerstoffmengen bereits nach 7 bezw. 18,5 Stunden verbraucht sind.

f) Vergleicht man die Keimzahlen und die stündlichen Zehrungsgrößen des Versuchs Nr. 8 mit denen der eben besprochenen Versuche, so ergibt sich, daß 35 bezw. 17 Millionen nicht in Teilung begriffener Keime von Bacillus fluorescens liquefaciens weniger oder nur ebensoviel Sauerstoff benötigen als ca. 4 Millionen Keime, die in der gleichen Versuchszeit auf 5 Millionen heranwachsen. Nach Versuch Nr. 8 beträgt der stündliche Sauerstoffbedarf für 1 Million Keime im Maximum 0,0001 mg, im Minimum 0,00002 mg, nach den Versuchen Nr. 4, 6 und 7, wenn man nur die bei einem Bakteriengehalt von ca. 4 bis 5 Millionen erhaltenen Zahlen berücksichtigt, 0,0005 mg. Die ruhenden Keime verbrauchen also nur $^1/_{25}$—$^1/_5$ soviel Sauerstoff als die sich lebhaft vermehrenden. Man kann daher annehmen, daß in natürlichen Wässern mit lebhafter Sauerstoffzehrung die nicht zur Vermehrung kommenden Bakterienarten (wie z. B. Bact. coli in Versuch Nr. 1—3) an der Zehrung wenig beteiligt sind und daß umgekehrt in Wässern mit geringer Sauerstoffzehrung kein Bakterienwachstum stattfindet. Hierin liegen für die Praxis der Wasseruntersuchung die Vorzüge der Bestimmung der Sauerstoffzehrung gegenüber der Bestimmung des Keimgehalts. Das Wasser des Rheinstroms hat z. B. häufig einen Keimgehalt von so bedeutender Höhe [1]), daß man geneigt sein könnte,

[1]) C. Steuernagel und H. Große-Bohle, Untersuchungen über den Einfluß der Niederschläge und der Abwässer auf die Zusammensetzung des Rheinwassers bei Köln. Mitteilung aus der Königl. Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasservers. usw., 1907, Heft 8, S. 58.

Digitized by Google

zunächst an eine starke Belastung des Wassers mit organischen Schmutzstoffen zu denken. Seine Sauerstoffzehrung erweist sich aber gewöhnlich als verhältnismäßig gering [1]), ein Zeichen dafür, daß die mittels der Keimzählung festgestellten Bakterien sich infolge Mangels an Nährmaterial nicht mehr vermehren, sondern sich im Ruhezustand befinden. Die Keime sind größtenteils eingeschwemmt, also nicht an Ort und Stelle entstanden, und das Wasser ist bei weitem nicht so verunreinigt (im chemischen Sinne), wie es nach dem bakteriologischen Befund erscheint.

Ob der gesteigerte Sauerstoffverbrauch bei der in der Entwicklung begriffenen Kultur in der Hauptsache durch den Stoffansatz oder etwa dadurch bedingt ist, daß der Stoffumsatz unter den günstigeren Bedingungen eine bedeutend größere Sauerstoffmenge erfordert, was nach den Untersuchungen Rubners [2]) nicht unwahrscheinlich ist, diese Frage soll hier nicht näher erörtert werden.

g) Aus dem Versuch Nr. 8 geht weiter hervor, daß ganz wider Erwarten trotz andauernder Keimverminderung eine ständige Zunahme der stündlichen Sauerstoffzehrung und des Sauerstoffbedarfs für 1 Million Keime eintritt, wie letzteres auch bei Benutzung natürlicher Wässer beobachtet wurde. Es ist bisher nicht gelungen, diese Erscheinung experimentell zu begründen. Da der später zu erwähnende Versuch mit Bacterium coli zeigt, daß auch bei gleichbleibender Bakterienzahl eine dauernde, wenn auch im allgemeinen bedeutend geringere Zunahme der stündlichen Zehrung zu beobachten ist, kann man diesen Mehrverbrauch auch nicht allein durch die Annahme zu erklären versuchen, daß das Plasma der absterbenden Bakterien dem der ruhenden im Sauerstoffbindungsvermögen überlegen ist [3]).

h) Zur Klärung der biologischen Vorgänge während des Verlaufs der Sauerstoffzehrung erschien es nicht uninteressant, die Bakterienentwicklung in den geschlossenen Flaschen mit der im offenen, nur durch Watte verschlossenen Erlenmeyerkolben zu vergleichen, in dem der Sauerstoff durch Umschütteln der Nährlösung immer wieder erneuert wurde. Wie ein Vergleich der Kolumnen 2 und 3 in den Versuchen Nr. 6 und 7 erkennen läßt, verläuft die Entwicklung in den ersten 20—28 Stunden nahezu gleich. Nach dieser Zeit oder, allgemeiner gesagt, kurz nach Aufzehrung des gesamten Sauerstoffs nimmt die Zahl der entwicklungsfähigen Keime von Bac. fluorescens liquefaciens in den geschlossenen Flaschen zunächst ganz plötzlich, späterhin etwas allmählicher ab, während in den offenen Kolben eine weitere Vermehrung eintritt, bis eine Keimzahl erreicht ist, die das Maximum in den geschlossenen Flaschen um das Fünf- bis Sechsfache übertrifft. Im weiteren Verlauf sind die beiden Bakterienkurven wieder ähnlich, wenn auch der Abfall in den offenen Kolben lange nicht so plötzlich erfolgt und nicht entfernt so weit geht wie im andern Falle.

2. Versuche mit Bacterium coli St. x.

Auch hier sollen die Versuche zunächst im einzelnen angegeben und dann im Zusammenhang besprochen werden.

---

[1]) Vgl. Spitta a. a. O. S. 232 und Große-Bohle, Untersuchungen über den Sauerstoffgehalt des Rheinwassers. Mitteilung aus der Königl. Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasservers. usw., 1906, Heft 7, S. 172.

[2]) Energieumsatz im Leben einiger Spaltpilze. Archiv f. Hyg. 1906, 57, 193.

[3]) Vgl. Ehrlich, Das Sauerstoffbedürfnis des Organismus. Berlin 1885.

Versuch Nr. 9. Zum Impfen wurde eine 24 Stunden alte, bei 22° C gehaltene Kultur verwendet. Die Temperatur der Nährlösung betrug bei Versuchsbeginn 18°. Es wurden Versuche sowohl in geschlossenen Flaschen als auch im offenen nur mit einem Wattebausch versehenen Erlenmeyerkolben ausgeführt. Die Flaschen wurden bei 22° C, der Erlenmeyerkolben bei Zimmertemperatur aufgehoben.

Die Ergebnisse sind in Tabelle Nr. 9 zusammengestellt und in Kurventafel Nr. 9 teilweise graphisch dargestellt.

Tabelle 9. Versuch Nr. 9 mit Bacterium coli *.

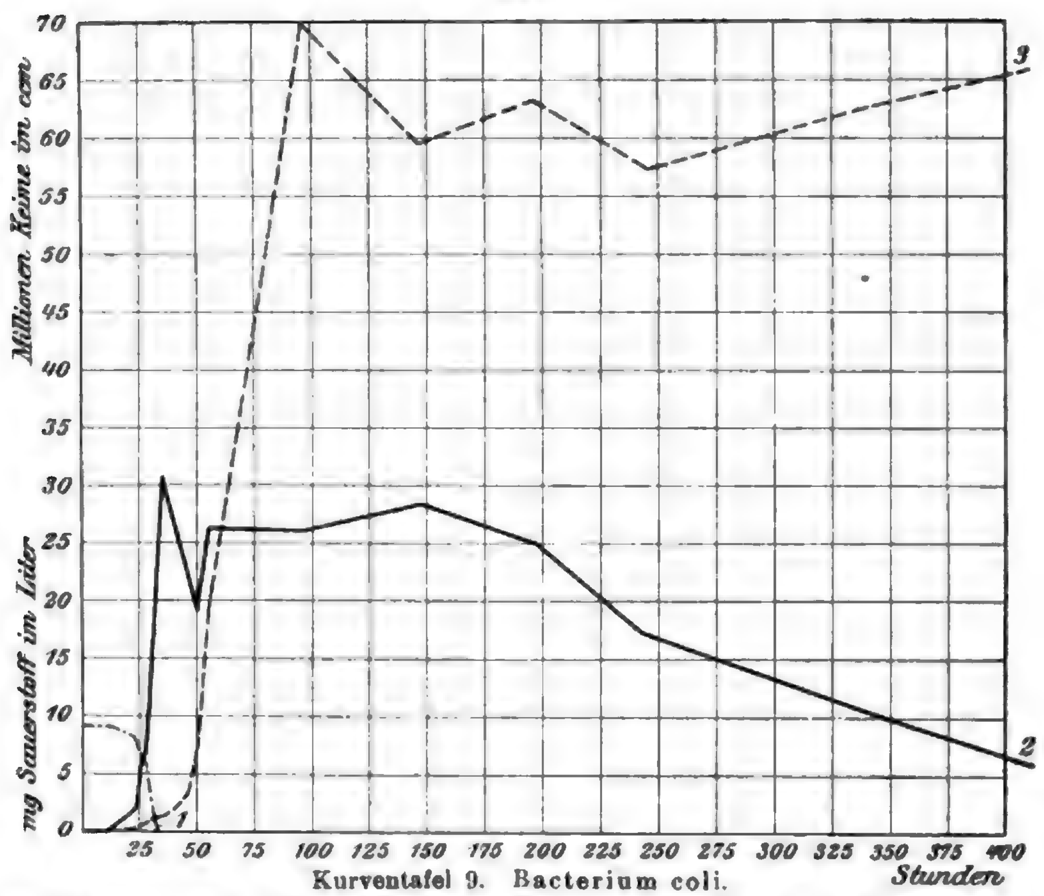
Versuchsdauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm des Inhaltes		Generationsdauer	Gelöster Sauerstoff im Liter mg	Sauerstoffzehrung		
	des b. 20° aufgehobenen Erlenmeyerkolbens	der b. 22° aufgehobenen geschlossenen Flaschen			innerhalb der Versuchszeit mg im l	auf 1 Stunde berechnet mg im l	von 1 Million Keime in 1 Std. in mg
1	2	3	4	5	6	7	8
0	23 000	23 000	—	9,072	—	—	—
2½	—	[22 000]	—	9,088	—	—	—
7	26 000	41 000	8 Std. 23′	9,105	—	—	—
12 [12½]	57 000	105 000	5 „ 41′	9,028	0,044	0,009	0,000 14
17 [1]	102 000	—	—	—	—	—	—
22	208 000	1 818 000	2 „ 26′	8,345	0,727	0,068	0,000 16
24	—	2 482 000	[4 „ 27′]	8,046	1,026	0,149	[0,000 07]
25½	485 000	—	—	—	—	—	—
26	—	6 078 000	1 „ 33′	6,772	2,300	0,637	0,000 16
28	—	7 142 000	[8 „ 35′]	5,854	3,218	[0,459]	[0,000 07]
30 [30½]	614 000	17 534 000	1 „ 32′	2,178	6,894	1,838	0,000 16
32	—	22 743 000	5 „ 19′	0,000	9,072	(1,089)	(0,000 05)
35 [35½]	1 325 000	30 583 000	7 „ 1′	—	—	—	—
40½	2 133 000	26 750 000	—	—	—	—	—
45½	3 208 000	[23 417 000]	—	—	—	—	—
50½	7 193 000	[19 083 000]	—	—	—	—	—
55½	19 250 000	26 333 000	—	—	—	—	—
96½	70 022 000	26 188 000	—	—	—	—	—
147½	[59 379 000]	[28 485 000]	—	—	—	—	—
195½	63 300 000	25 083 000	—	—	—	—	—
243½	[57 166 000]	17 478 000	—	—	—	—	—
339½	62 460 000	10 667 000	—	—	—	—	—
411½	[65 821 000]	6 022 000	—	—	—	—	—

Versuch Nr. 10. Der Versuch wurde zu derselben Zeit und unter den gleichen Bedingungen wie der vorhergehende angestellt, von dem er sich nur durch die größere Zahl der anfänglich eingesäten Keime unterscheidet.

Wegen der Ergebnisse siehe Tabelle Nr. 10 und Kurventafel Nr. 10.

Versuch Nr. 11. Dieser Versuch entspricht dem Versuch Nr. 8 mit Bacillus fluorescens liquefaciens. Die gesamte Nährlösung wurde mit einer 24 Stunden bei 22° gehaltenen Kultur beimpft, unter öfterem Durchschütteln mit Luft 116 Stunden

[1]) In Versuch Nr. 9 und 10 geben die in Spalte 1 in [ ] gesetzten Stundenzahlen die von den Flaschenuntersuchungen abweichende Zeit der Probeentnahme aus den Erlenmeyerkolben an.



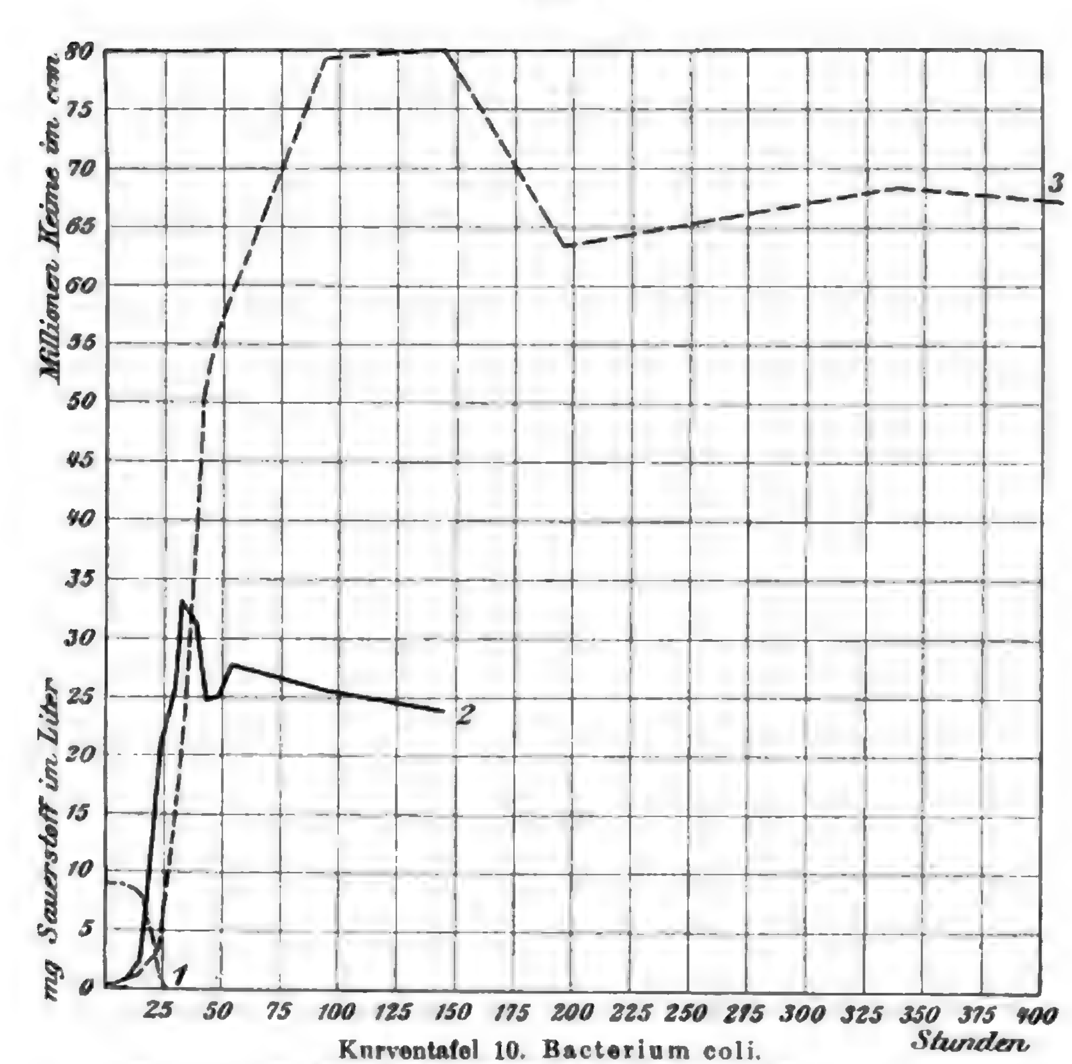
Kurventafel 9. Bacterium coli.

Kurve 1 = Sauerstoffgehalt. Kurve 2 = Bakteriengehalt in der geschlossenen Flasche. Kurve 3 = Bakteriengehalt im offenen Kolben.

Tabelle 10. Versuch Nr. 10 mit Bacterium coli x.

Versuchs-dauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm des Inhalts: des Erlenmeyer-kolbens bei 20° C	Keimzahl in 1 ccm des Inhalts: der geschlossenen Flasche bei 22° C	Generations-dauer	Gelöster Sauerstoff im Liter mg	Sauerstoffzehrung: innerhalb der Versuchszeit mg im l	Sauerstoffzehrung: auf 1 Stunde berechnet mg im l	Sauerstoffzehrung: von 1 Million Keime in 1 Std. in mg
1	2	3	4	5	6	7	8
0	287 000	287 000	—	9,084	—	—	—
5	357 000	316 000	35 Std. 59'	9,020	0,064	0,013	0,000 043
10 (10 1/2)	742 000	868 000	3 „ 28'	8,765	0,319	0,051	0,000 097
15	1 179 000	2 398 000	3 „ 25'	8,071	1,013	0,139	[0,000 096]
20	2 500 000	10 028 000	2 „ 25'	5,351	3,733	0,544	0,000 110
22	—	15 573 000	3 „ 9'	3,748	5,336	0,801	[0,000 064]
24 (23 1/2)	3 758 000	20 587 000	4 „ 58'	1,293	7,791	1,227	0,000 068
26	—	22 240 000	17 „ 57'	0,015	9,069	(0,639)	(0,000 030)
28 (28 1/2)	10 917 000	24 333 000	—	0,033	9,051	—	—
30	—	25 917 000	—	0,030	9,054	—	—
33 (33 1/2)	20 417 000	33 167 000	—	0,015	9,069	—	—
38 1/2	35 851 000	31 167 000	—	0,000	9,084	—	—
43 1/2	51 256 000	[24 750 000]	—	—	—	—	—
48 1/2	56 298 000	[25 417 000]	—	—	—	—	—
53 1/2	59 379 000	28 417 000	—	—	—	—	—
94 1/2	79 265 000	25 796 000	—	—	—	—	—
145 1/2	80 105 000	23 892 000	—	—	—	—	—
193 1/2	[63 300 000]	—	—	—	—	—	—
337 1/2	68 342 000	—	—	—	—	—	—
409 1/2	67 221 000	—	—	—	—	—	—

Digitized by Google



Kurventafel 10. Bacterium coli.

Kurve 1 = Sauerstoffgehalt. Kurve 2 = Bakteriengehalt in der geschlossenen Flasche. Kurve 3 = Bakteriengehalt im offenen Kolben.

Tabelle 11. Versuch Nr. 11 mit Bacterium coli *x*.

Versuchsdauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm des Inhaltes der geschlossenen Flasche	Gelöster Sauerstoff im Liter mg	Sauerstoffzehrung		
			innerhalb der Versuchszeit mg im l	auf 1 Stunde berechnet mg im l	von 1 Million Keime in 1 Std. in mg
1	2	3	4	5	6
0	57 979 000	7,670	—	—	—
1	60 779 000	7,311	0,359	0,359	0,000 006 2
2	56 298 000	6,879	0,791	0,432	0,000 007 4
3	54 617 000	6,438	1,232	0,441	0,000 007 6
4	58 819 000	5,965	1,705	0,473	0,000 008 1
5	55 178 000	5,486	2,184	0,479	0,000 008 2
8	54 617 000	3,677	3,993	0,603	0,000 010 3
9	68 902 000	3,127	4,543	[0,550]	[0,000 009 4]
11	58 539 000	1,845	5,825	0,641	0,000 010 9
12	57 138 000	1,136	6,534	0,709	0,000 012 2

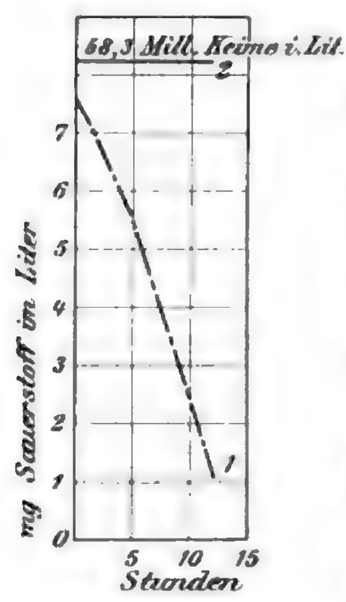
Anmerkung: Zur Berechnung der Kolumne 6 wurde ein Gesamtmittel von 58 287 000 Keime in 1 ccm benutzt.

Digitized by Google

bei 22° gehalten und dann zum Versuch benutzt. Die Temperatur der Nährlösung betrug beim Beginn und während des Versuchs 22°.

Die Resultate geben Tabelle Nr. 11 und Kurventafel Nr. 11 wieder.

Die Versuche bestätigen im allgemeinen die mit Bacillus fluorescens liquefaciens erhaltenen Ergebnisse (vgl. S. 310 u. f.).



Kurventafel 11.
Bacterium coli.
Kurve 1 = Sauerstoffgehalt.
Kurve 2 = Mittlerer Keimgehalt.

a) Auch hier wird fast ausnahmslos im Verlauf der Sauerstoffzehrung eine ständige Zunahme der stündlichen Zehrung beobachtet.

b) Der Zehrungsprozeß geht nicht wesentlich langsamer vor sich als dort und führt ebenfalls zum vollständigen Verschwinden des Sauerstoffs. Während aber die stündliche Zehrung bei Bac. fluorescens bis auf 2,7 mg steigt, erreicht sie bei Bacterium coli nur eine Höhe von 1,8 mg.

c) Auch hinsichtlich der Beziehungen zwischen Keimzahl, Generationsdauer und Sauerstoffzehrung kann auf das bei Bacillus fluorescens Gesagte verwiesen werden.

d) Die Änderungen im Sauerstoffbedürfnis von 1 Million Keime im Laufe der Versuchszeit sind ebenfalls die nämlichen wie in den Versuchen mit Bacillus fluorescens.

e) Über den Einfluß verschiedener Einsaatmengen auf den Zehrungsverlauf erlauben die Versuche mit Bacterium coli keine Schlüsse zu ziehen.

f) Der Versuch Nr. 11 ist besonders geeignet, den Unterschied im Sauerstoffbedürfnis ruhender und sich üppig vermehrender Keime zu demonstrieren. Der Keimgehalt ist im Verlaufe des ganzen Versuchs annähernd konstant, im Mittel 58287000 Keime in 1 ccm; die stündliche Sauerstoffzehrung schwankt, wenn man von dem ersten Wert absieht, zwischen 0,43 und 0,71 mg, beträgt also im Mittel 0,57 mg. Eine ähnlich hohe stündliche Zehrung finden wir in den Versuchen Nr. 9 und Nr. 10 bei einem Keimgehalt von nur 6—10 Millionen in 1 ccm.

Berechnet man daraus den Sauerstoffverbrauch für 1 Million Keime innerhalb einer Stunde, so ergibt sich nach Versuch Nr. 11 0,0000089 mg, im Gesamtmittel von Versuch Nr. 9 und Nr. 10 0,000099 mg und ein solcher von 0,000113 mg, wenn man bei der Berechnung nur den Keimgehalt berücksichtigt, bei dem in den Versuchen 9 und 10 eine dem Versuch 11 entsprechende stündliche Zehrung gefunden wurde.

Vergleicht man diese Zahlen mit den unter den gleichen Verhältnissen für Bacillus fluorescens ausgerechneten, so erkennt man den großen Unterschied im Sauerstoffbedürfnis dieser beiden Bakterienarten, d. h. das hohe Bedürfnis des Bacillus fluorescens liquefaciens und das verhältnismäßig niedrige des Bacterium coli.

Die Zahlen sind in nachfolgender kleinen Tabelle nochmals gegenübergestellt.

Digitized by Google

Bakterienart	Stündlicher Sauerstoffverbrauch pro 1 000 000 Keime in mg		
	im Ruhezustand	bei lebhafter Teilung	
		im Durchschnitt	im Maximum
B. fluor. liquef.	0,000 061	0,000 62	0,001 87
Bact. coli	0,000 008 9	0,000 099	0,000 16

Diese Werte haben natürlich nur für die angegebene Nährlösung unter den besonderen Bedingungen, wie sie bei der Bestimmung der Sauerstoffzehrung gegeben sind, Geltung. Spitta[1]), der mit einer fünfmal konzentrierteren Lösung arbeitete, fand z. B. für eine Million Keime bei Bacterium coli eine stündliche Zehrung von 0,0051 mg. Um über den Sauerstoffverbrauch der einzelnen Bakterien bei der Zehrung in natürlichen Wässern Aufschluß zu erhalten, können daher nur Versuche unter Benutzung natürlicher Wässer Aufschluß geben; die erhaltenen Werte müssen entsprechend dem Nährwert der verschiedenen Wässer schwanken.

Bereits oben (S. 295) habe ich erwähnt, daß die von Wichern[2]) erhaltenen Zahlen, betr. die Reduktionswirkung des Bacterium coli keinen Schluß auf die Größe der Sauerstoffzehrung unter aeroben Verhältnissen gestatten. Wichern bestimmt nämlich nach der von ihm angegebenen Methode[3]) unter Verwendung ausgekochter, mit Paraffinum liquidum überschichteter Bouillon die Menge des von den Bakterien reduzierten Methylenblaus; seine Versuche erfolgen also unter streng anaeroben Bedingungen. Die Bakterien müssen, wie er selbst ausführt, aus dem Nährboden den Sauerstoff, der ihnen nicht frei dargeboten wird, abspalten und dabei chemische Umsetzungen hervorrufen, die zur Reduktion des Farbstoffs, d. h. zur Anlageruug von zwei Wasserstoff-Atomen führen. Trotzdem glaubt Wichern, den so indirekt ermittelten Sauerstoffverbrauch der Sauerstoffzehrung gleichsetzen zu dürfen. Bei der üblichen Methode der Bestimmung der Sauerstoffzehrung kommt jedoch nur der Verbrauch des im Nährmedium gelösten, freien Sauerstoffs in Betracht, und es ist nicht ohne weiteres anzunehmen, daß der Verbrauch des freien und des gebundenen Sauerstoffs in gleicher Weise und vor allem im gleichen Maße erfolge. Auch die Ausführungen Ehrlichs[4]) in seinen thermochemischen Betrachtungen über die Sauerstoffbindung des Protoplasmas sprechen für die letztere Ansicht.

Ehrlich stimmt mit Pflüger darin überein, daß das Riesenmolekül des Protoplasmas nicht eine einzige, sondern wahrscheinlich viele Sauerstoffaffinitäten besitzt. Die vielfachen oxydationsvermittelnden Orte sind nun nach seiner Annahme durch ihre verschiedene Verbindungswärme voneinander unterschieden, sie ziehen also mit verschiedener Kraft den Sauerstoff an bezw. halten ihn fest. Dadurch, daß Sauerstoffbindungsorte mit höheren Affinitäten in Wirksamkeit treten, wird es verständlich, daß bei Sauerstoffmangel Stoffe reduziert werden, die sonst nicht angegriffen werden.

---

[1]) a. a. O. S. 248.

[2]) a. a. O.

[3]) Zur quantitativen Bestimmung der Reduktionskraft von Bakterien und tierischen Organen. Zeitschr. f. physiolog. Chemie, 1908, Bd. 57, S. 365.

[4]) a. a. O. (vgl. S. 106).

Digitized by Google

Daraus folgt aber, daß man den unter anaeroben Bedingungen erhaltenen Sauerstoffverbrauch nicht ohne weiteres der normalen Sauerstoffzehrung gleichsetzen darf, wenn es auch nicht ausgeschlossen ist, daß zufälligerweise die unter beiden Verhältnissen von einer gleichen Anzahl bestimmter Bakterien benötigte Sauerstoffmenge die gleiche sein kann. Eine weitere Klärung dieser Frage, die für die Beurteilung der besprochenen eigenen Zehrungsversuche von Bedeutung ist, schien durch folgende Versuchsanstellung ermöglicht: 10 l Nährlösung wurden mit Bacterium coli beimpft. Die Kultur wurde unter häufigerem Durchschütteln mit Luft 48 Stunden bei 37° aufgehoben; es trat dann eine weitere Vermehrung der Keime nicht mehr ein. Nun wurde die Kultur nach erfolgter Abkühlung auf 23° durch längeres Umschütteln mit Luft gesättigt; dann wurden zwei Proben zur Bestimmung des Sauerstoffgehaltes entnommen und der Rest nach Zusatz von 0,002‰ Methylenblau[1]) in Sauerstoffbestimmungsflaschen abgefüllt und bei 22° gehalten. Bei den gefärbten Proben wurde der Keimgehalt und die Zeit festgestellt, nach welcher der gelöste Sauerstoff aufgezehrt war, d. h. der Augenblick, wo die Blaufärbung im Vergleich zur Kontrolle noch keine Änderung erfahren hatte, der mit Manganchlorür und alkalischer Jodkalilösung erzeugte Niederschlag aber vollkommen weiß erschien. Wurde nun noch die Zeit der vollkommenen Reduktion des Methylenblaus, die sich durch völlige Entfärbung des Flascheninhaltes zu erkennen gab, festgestellt, so ließ sich aus dem Keimgehalt und dem Gehalt an Methylenblau berechnen, wie lange eine bestimmte Zahl der Bakterien zur Reduktion einer bestimmten Menge Methylenblaus gebraucht, bezw. wieviel Sauerstoff sie unter anaeroben Bedingungen verbraucht hatte. Das Sauerstoffbedürfnis unter aeroben Bedingungen ergab sich aus dem vor dem Methylenblauzusatz festgestellten Sauerstoffgehalt und der Zeit, innerhalb welcher derselbe in den Flaschen mit gefärbtem Inhalt aufgezehrt wurde (farbloser Niederschlag bei Zusatz der Reagentien). So wurden von einer Bakterium-Kolikultur, die 25 208 000 Keime in 1 ccm gleichmäßig während des ganzen Versuches enthielt, bei Anwesenheit gelösten Sauerstoffs in 18 Stunden 7,73 mg O pro 1 l verbraucht, in 1 Stunde also 0,43 mg, während 5 Stunden erforderlich waren, um 0,002‰ Methylenblau zu entfärben. Berechnet man hieraus den stündlichen Bedarf an gebundenem Sauerstoff für 1 l der Bakterienkultur, so ergeben sich 0,018 mg. In diesem Falle verhält sich also die Sauerstoffzehrung der gleichen Bakterienmenge unter aeroben und anaeroben Verhältnissen wie 0,43 : 0,018 oder wie 23,8 : 1. Der Versuch bestätigt also, daß die mit Hilfe der Wichernschen Methode erhaltenen Ergebnisse eine Beurteilung des Verhaltens der Bakterien bei der Sauerstoffzehrung nicht ermöglichen.

g) In weiterer Übereinstimmung mit den an Bacillus fluorescens liquefaciens angestellten Versuchen finden wir wie dort in Versuch 8, hier in Versuch 11 trotz annähernd konstanten Keimgehaltes eine ständige Zunahme der stündlichen Zehrung.

h) Die Wachstumskurven des Bacterium coli in der geschlossenen Flasche und im offenen Kolben weichen etwas stärker voneinander ab als die des Bac. fluorescens

[1]) Durch eine Reihe von Vorversuchen war ermittelt worden, daß bei der verwendeten Nährlösung ein höherer Methylenblaugehalt schon stark hemmend auf die Entwicklung einwirkte bezw. einen Teil der vorhandenen Keime abtötete.

Digitized by Google

liquefaciens. In dem offenen Kolben bleibt nämlich in den ersten Stunden die Entwicklung bedeutend hinter der in den geschlossenen Flaschen zurück. Daß daran allein die Temperaturdifferenz von etwa 2° C schuld war, ist nicht wahrscheinlich. Die Bakterienvermehrung hält aber in dem offenen Gefäß bedeutend länger an, so daß schließlich ein etwa dreimal höherer Maximalkeimgehalt als in den geschlossenen Flaschen erreicht wird. Derselbe ließ während der ganzen Versuchsdauer, also während 17 Tagen, eine merkliche Abnahme nicht erkennen. In den geschlossenen Flaschen wurde, wie bei den Versuchen mit Bac. fluorescens liquefaciens, kurze Zeit nach dem Verschwinden des Sauerstoffs der höchste Keimgehalt gefunden, eine etwas auffallende Beobachtung, die wohl dadurch zu erklären ist, daß die benutzte Nährlösung so ungünstig für das Bacterium coli ist, daß anaerobes Wachstum nicht eintreten kann. Dann hält sich die Keimzahl ebenfalls längere Zeit unverändert, um späterhin langsam abzusinken. Ein Vergleich mit den unter gleichen Bedingungen für Bac. fluorescens liquefaciens erhaltenen Ergebnissen zeigt, daß in dem offenen Kolben sowohl von Bac. fluorescens liquefaciens als von Bact. coli annähernd die gleichen Maximalkeimzahlen (zwischen 70—80 Millionen in 1 ccm) vorhanden waren, daß dagegen in der geschlossenen Flasche der Höchstkeimgehalt von Bact. coli den des Bac. fluorescens, der in beiden Fällen kurz nach Aufzehrung des Sauerstoffs erreicht wurde, um das Doppelte übertraf.

i) Während nach dem Erreichen des Gipfels die Wachstumskurven des Bac. fluorescens als eines streng aeroben Keimes in beiden Fällen einen mehr oder minder steilen Abfall zeigen, halten sich die des Bact. coli lange Zeit auf annähernd gleicher Höhe. Auch daraus folgt, was schon die für die stündliche Zehrung erhaltenen Zahlen beweisen, daß das Sauerstoffbedürfnis des Bac. fluorescens liquefaciens bedeutend größer als das des Bact. coli ist, und daß für den Wachstumsstillstand bezw. Rückgang in den geschlossenen Flaschen in erster Linie der Sauerstoffmangel verantwortlich zu machen sein dürfte. Die Entwicklungshemmung, welche schließlich auch in den offenen Kolben eintritt, ist zweifellos auf die ungünstigen Veränderungen in der Nährlösung zurückzuführen, denen die widerstandsfähigeren Kolikeime lange ausgesetzt sein können ohne abzusterben, während Bac. fluorescens liquefaciens verhältnismäßig schnell zugrunde geht. Die gleichen Erfahrungen kann man bekanntlich bei den Reinkulturen auf Schrägagar machen.

3. Versuche mit Mischungen von Bacillus fluorescens liquefaciens und Bacterium coli ϰ.

Die im vorstehenden Abschnitt mitgeteilten Versuche ließen es ratsam erscheinen, zunächst in Mischkulturen die gegenseitige Beeinflussung der bereits untersuchten Bakterienarten und den Verlauf der Sauerstoffzehrung unter diesen Verhältnissen kennen zu lernen. Hierzu wurden die folgenden Versuche ausgeführt.

Versuch Nr. 12 u. 12a. Zehn Liter der Nährlösung wurden mit 0,5 ccm einer 20 Stunden bei 20° gehaltenen Kultur von Bacillus fluorescens liquefaciens und mit 0,7 ccm einer entsprechenden Kultur von Bacterium coli St. ϰ geimpft. Die Temperatur der Nährlösung betrug bei Beginn des Versuchs 23,2°. Versuchstemperatur im weiteren Verlauf 22°. Es wurde gleichzeitig der Versuch im offenen Erlenmeyerkolben angesetzt.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle Nr. 12 (Versuch in der geschlossenen Flasche) und 12a (Versuch im offenen Kolben) zusammengestellt, zu welchen die Kurventafeln Nr. 12 u. 12a gehören.

Tabelle 12. Versuch Nr. 12 mit Bacterium coli und Bacillus fluorescens liquefaciens.

Versuchsdauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm			Gelöster Sauerstoff im Liter mg	Sauerstoffzehrung	
	nach der Gelatineplatte 22°	nach der Agarplatte 37°	Bac. fluorescens liquefaciens		innerhalb der Versuchszeit mg im l	auf 1 Stunde berechnet mg im l
1	2	3	4	5	6	7
0	7 800	5 300	2 500	8,095	—	—
3	10 800	8 300	2 500	8,090	0,005	0,002
7	22 400	8 700	13 700	8,084	0,011	0,002
11	96 400	21 800	74 600	7,963	0,132	0,030
13	112 000	—	—	7,877	0,218	0,043
16	403 300	[35 200]	368 100	7,379	0,716	0,166
19	1 843 000	34 500	1 808 500	5,135	2,960	0,748
21	2 772 900	35 300	2 737 600	3,551	4,544	0,792
22	5 321 700	[82 800]	5 238 900	1,295	6,800	2,256
22 ½	12 660 000	—	—	0,000	8,095	2,590
24	12 749 900	74 800	12 675 100	—	—	—
27	8 416 600	80 900	8 335 700	—	—	—
30 ½	[2 949 000]	86 300	2 862 700	—	—	—
35	3 381 000	295 000	[3 086 000]	—	—	—
38	3 345 000	647 000	2 698 000	—	—	—
41	3 093 000	1 025 000	2 068 000	—	—	—
47	—	1 428 000	—	—	—	—
51	2 510 000	2 073 000	437 000	—	—	—
55	[2 158 000]	2 123 000	[35 009]	—	—	—
59	[1 907 000]	[1 776 000]	[131 000]	—	—	—
67 ½	2 465 000	[1 613 000]	[852 000]	—	—	—
73	[2 045 000]	[1 723 000]	322 000	—	—	—
97	—	[2 059 000]	—	—	—	—
121	[2 133 000]	[2 101 000]	[32 000]	—	—	—
145	[2 502 000]	2 269 000	233 000	—	—	—
169	2 465 000	2 250 000	215 000	—	—	—
217	—	2 241 000	—	—	—	—
241	[2 667 000]	[2 283 000]	[384 000]	—	—	—
289	2 300 000	1 875 000	[425 000]	—	—	—

mg Sauerst. i. Liter / Mill. Keime im ccm — 0, 5, 10, 15 — Stunden 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300 — Kurven 1, 2, 3

Kurventafel 12.

Bacillus fluorescens liquefaciens + Bacterium coli in geschlossener Flasche.

Kurve 1 = Sauerstoffgehalt. Kurve 2 = Gehalt an Bac. fluor. Keimen. Kurve 3 = Gehalt an Bact. coli Keimen.

Digitized by Google

Tabelle 12a. Versuch Nr. 12a mit Bact. coli und Bac. fluorescens liquefaciens.

Versuchsdauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm nach der Gelatineplatte 22°	Keimzahl in 1 ccm nach der Agarplatte 37°	Keimzahl in 1 ccm Bac. fluorescens liquefaciens	Versuchsdauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm nach der Gelatineplatte 22°	Keimzahl in 1 ccm nach der Agarplatte 37°	Keimzahl in 1 ccm Bac. fluorescens liquefaciens
1	2	3	4	1	2	3	4
0	7 800	5 200	2 600	59	[85 427 000]	5 333 000	80 094 000
3	14 800	7 700	7 100	67 ½	[87 948 000]	4 833 000	83 115 000
7	31 600	—	—	73	91 029 000	4 999 000	86 030 000
11	99 200	63 900	35 300	97	89 628 000	[3 733 000]	85 895 000
13	161 000	95 400	65 600	121	75 905 000	[3 921 000]	71 984 000
16	485 000	175 000	310 000	145	68 342 000	[4 537 000]	63 805 000
19	1 871 000	538 000	1 333 000	169	66 941 000	[5 042 000]	61 899 000
21	3 249 000	825 000	2 424 000	217	[57 698 000]	4 900 000]	52 798 000
24	11 667 000	1 672 000	9 995 000	241	61 339 000	[4 167 000]	57 172 000
27	46 215 000	3 000 000	43 215 000	289	64 701 000	[3 933 000]	[60 768 000]
30 ½	68 622 000	4 010 000	64 612 000	313	60 499 000	4 967 000	55 532 000
35	—	4 417 000	—	337	44 814 000	4 817 000	39 997 000
38	75 344 000	[4 750 000]	70 594 000	361	44 114 000	[3 917 000]	[40 197 000]
41	78 985 000	[4 333 000]	74 652 000	385	33 051 000	[3 983 000]	29 068 000
44	82 626 000	[4 250 000]	78 376 000	411	31 650 000	4 183 000	27 517 000
47	[75 344 000]	4 583 000	70 761 000	459	—	3 550 000	—
51	[73 943 000]	4 667 000	[69 276 000]	505	27 029 000	3 033 000	23 996 000
55	93 830 000	5 035 000	[88 795 000]				

Millionen Keime im ccm

Stunden

Kurventafel 12a.

Bacillus fluorescens liquefaciens + Bacterium coli im offenen Kolben.

Kurve 1 = Gehalt an Bac. fluor. Keimen. Kurve 2 = Gehalt an Bact. coli Keimen.

Versuch Nr. 13 u. 13a. Während im vorhergehenden Versuch die Einsaatmenge des Bact. coli die von Bac. fluor. liquef. nur um etwa das doppelte übertraf, sollte in dem Versuch Nr. 13 die Einsaat der Kolibazillen erheblicher gesteigert werden. Zehn Liter der Nährlösung wurden daher unmittelbar vor dem Versuch mit 0,2 ccm einer 20 Stunden bei 22° gehaltenen Kultur von Bacillus fluorescens liquefaciens und mit 2,5 ccm einer gleichartigen Bacterium coli-Kultur geimpft. Die Temperatur der Nährlösung betrug 20° C. Versuchstemperatur 22° C. Auch hier wurde gleichzeitig der Versuch im offenen Erlenmeyerkolben angesetzt. Die Versuchsergebnisse sind in den Tabellen Nr. 13 (Versuch in der geschlossenen Flasche) und 13a (Versuch im offenen Kolben) zusammengestellt, zu denen die Kurventafeln Nr. 13 u. 13a gehören.

Tabelle 13. Versuch Nr. 13 mit Bacterium coli und Bacillus fluorescens liquefaciens.

Versuchsdauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm			Gelöster Sauerstoff im Liter mg	Sauerstoffzehrung	
	nach der Gelatineplatte 22°	nach der Agarplatte 37°	Bac. fluorescens liquefaciens		innerhalb der Versuchszeit mg im l	auf 1 Stunde berechnet mg im l
1	2	3	4	5	6	7
0	—	18 500	1 500	8,704	—	—
4	24 600	21 600	3 000	8,699	0,005	0,001
8	38 400	32 200	6 200	8,666	0,038	0,008
12	85 100	54 300	30 800	8,632	0,072	0,008
16	144 200	87 100	57 100	8,543	0,161	0,022
20	336 100	87 500	248 600	8,161	0,543	0,095
22	804 000	165 000	639 000	7,309	1,395	0,426
24	1 692 000	[162 000]	1 530 000	6,340	2,364	0,484
26	3 613 000	187 000	3 426 000	4,136	4,568	1,102
28	—	230 000	—	0,085	8,619	2,025
$29^1/_2$	16 667 000	242 000	16 425 000	0,000	8,704	(0,056)
31	12 167 000	[224 000]	11 943 000	—	—	—
33	6 417 000	[210 000]	6 207 000	—	—	—
37	4 417 000	292 000	4 125 000	—	—	—
41	[1 259 000]	330 000	[929 000]	—	—	—
45	1 467 000	[252 000]	1 215 000	—	—	—
48	—	[295 000]	—	—	—	—
52	983 000	356 000	627 000	—	—	—
56	[650 000]	507 000	143 000	—	—	—
61	—	—	—	—	—	—
$68^1/_2$	[792 000]	900 000	—	—	—	—
74	[607 000]	[750 000]	—	—	—	—
98	925 000	812 000	113 000	—	—	—
122	804 000	[704 000]	100 000	—	—	—
171	771 000	750 000	21 000	—	—	—
196	725 000	—	—	—	—	—
220	629 000	467 000	[162 000]	—	—	—
268	[783 000]	450 000	[333 000]	—	—	—
292	[792 000]	[562 000]	[230 000]	—	—	—
340	[462 000]	450 000	12 000	—	—	—
388	608 000	[512 000]	[96 000]	—	—	—

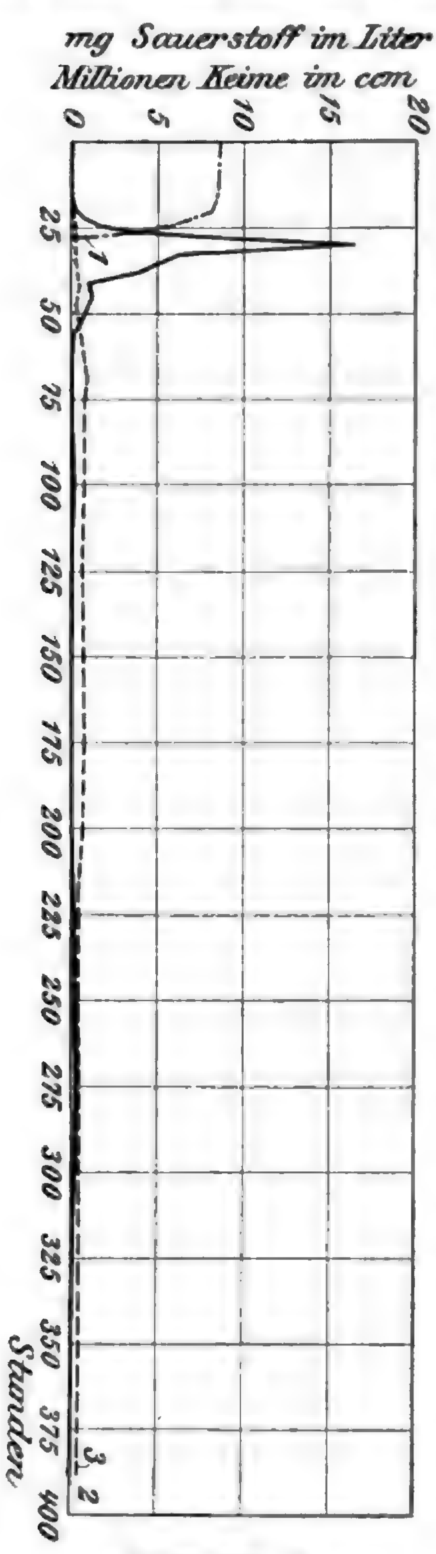
Tabelle 13a. Versuch Nr. 13a mit Bacterium coli und Bacillus fluorescens liquefaciens.

Versuchsdauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm			Versuchsdauer in Stunden	Keimzahl in 1 ccm		
	nach der Gelatineplatte 22°	nach der Agarplatte 37°	Bac. fluorescens liquefaciens		nach der Gelatineplatte 22°	nach der Agarplatte 37°	Bac. fluorescens liquefaciens
1	2	3	4	1	2	3	4
0	—	18 500	1 500	52	—	[6 708 000]	—
4	26 900	24 900	2 000	56	102 938 000	[6 917 000]	96 021 000
8	53 200	50 400	2 800	61	—	[6 833 000]	—
12	119 900	99 200	20 700	$68^1/_2$	103 218 000	7 083 000	96 135 000
16	—	296 900	—	74	101 397 000	7 000 000	94 397 000
20	—	773 000	—	98	91 589 000	—	—
22	1 587 000	1 008 000	579 000	122	67 361 000	[7 542 000]	59 819 000
24	3 158 000	1 692 000	1 466 000	171	41 453 000	6 792 000	84 661 000
26	4 397 000	2 833 000	2 064 000	196	[42 293 000]	—	—
28	7 282 000	4 150 000	3 132 000	220	35 011 000	[7 458 000]	27 553 000
$29^1/_2$	10 680 000	4 314 000	6 366 000	268	17 366 000	5 125 000	12 241 000
33	31 583 000	5 151 000	26 432 000	292	14 845 000	[5 208 000]	9 637 000
37	51 816 000	6 417 000	45 399 000	340	8 417 000	3 667 000	4 750 000
41	85 427 000	7 660 000	77 767 000	388	8 083 000	[4 375 000]	[3 708 000]
45	98 591 000	9 099 000	[89 492 000]	436	7 417 000	2 931 000	4 486 000
48	[93 270 000]	[6 941 000]	86 329 000				

Der Verlauf der Sauerstoffzehrung läßt zunächst keine Besonderheiten erkennen; es trifft hier alles das zu, was oben bei Besprechung der Einzelversuche gesagt wurde. Die Geschwindigkeit der Zehrung und die für die stündlichen Zehrungen ermittelten Werte entsprechen ganz den Befunden bei Bac. fluorescens liquefaciens. Vergleicht man die Beziehungen zwischen Sauerstoffzehrung und Bakterienentwicklung, so findet man denn auch, daß Bacterium coli, selbst wenn es zu Beginn des Versuchs in bedeutend größerer Zahl als der Fluoreszenzbazillus in der Nährlösung vertreten ist, von diesem in kurzer Zeit vollkommen überwuchert wird und die Sauerstoffzehrung hauptsächlich dem sich üppig entwickelnden Bacillus fluorescens liquefaciens zuzuschreiben ist. In den geschlossenen Flaschen macht sich dieser hemmende Einfluß des Bac. fluorescens liquefaciens bedeutend stärker bemerkbar als in den offenen, mit Luft durchschüttelten Kolben. Zu gleicher Zeit mit oder kurz nach dem völligen Verschwinden des Sauerstoffes hat auch der Bac. fluorescens die Maximalkeimzahl erreicht, die gut mit den in den Reinkulturversuchen erhaltenen Werten übereinstimmt. Abweichend und wohl auf das Zusammenleben mit Bact. coli zurückzuführen ist das weitere Verhalten des Fluoreszenzbazillus.

Während z. B. in den Versuchen Nr. 6 u. 7 (Bac. fluor. liquef.) in den geschlossenen Flaschen die Keimzahl in 5 Stunden von 14 Millionen auf 2,5 Millionen bezw. in 7 Stunden von 13 Millionen auf 1 Million sinkt, fällt bei gemeinsamer Kultur mit Bacterium coli die Zahl der Fluoreszenzbazillen erst in $15^1/_2$ Stunden von 16 Millionen auf 1 Million bezw. in 17 Stunden von 12 Millionen auf 2 Millionen, so daß man

daraus auf eine Begünstigung des Bacillus fluorescens liquefaciens durch das Bacterium coli schließen müßte. Ebenso macht sich auch in den offenen Kolben ein viel langsameres Absinken der Fluoreszenzkeime bemerkbar (vergl. Tab. 12a u. 13a). Diese Begünstigung ist vielleicht dadurch zu erklären, daß durch das Bacterium coli das Nährmedium in einer für Bacillus fluorescens vorteilhaften Weise beeinflußt wird. Das Bacterium coli dagegen wird, wie schon erwähnt, sowohl in den geschlossenen Flaschen wie in den offenen Kolben in seiner Entwicklung stark gehemmt.



Kurventafel 13.
Bac. fluorescens liquefaciens + Bact. coli in geschlossener Flasche.

Kurve 1 = Sauerstoffgehalt
Kurve 2 = Gehalt an Bac. fluor. Keimen.
Kurve 3 = Gehalt an Bact. coli Keimen.

Von weiteren Versuchen, besonders mit so nährstoffarmen Lösungen, daß in ihnen, ähnlich wie in den benutzten natürlichen Wässern, das Erreichen der Maximalkeimzahl lange vor dem Verbrauch des gesamten Sauerstoffs zu erwarten ist, mußte aus äußeren Gründen zunächst Abstand genommen werden. Wenn nun auch die mitgeteilten Versuche nicht völligen Aufschluß über die biologischen Vorgänge bei der Sauerstoffzehrung zu geben vermögen, so haben sie doch nicht nur bereits bekannte Beziehungen zwischen Sauerstoffzehrung und Bakterienwachstum bestätigt, sondern auch einige, nicht uninteressante neue aufgedeckt. In den folgenden Schlußsätzen sind diese Ergebnisse der Arbeit zusammengestellt.

IV. Schlußsätze.

1. Der in den natürlichen Wässern nachgewiesene ungleichmäßige Verlauf der Sauerstoffzehrung, wie er sich besonders deutlich bei Berechnung der stündlichen Zehrung zu erkennen gibt, hängt ursächlich mit der Bakterienflora zusammen.

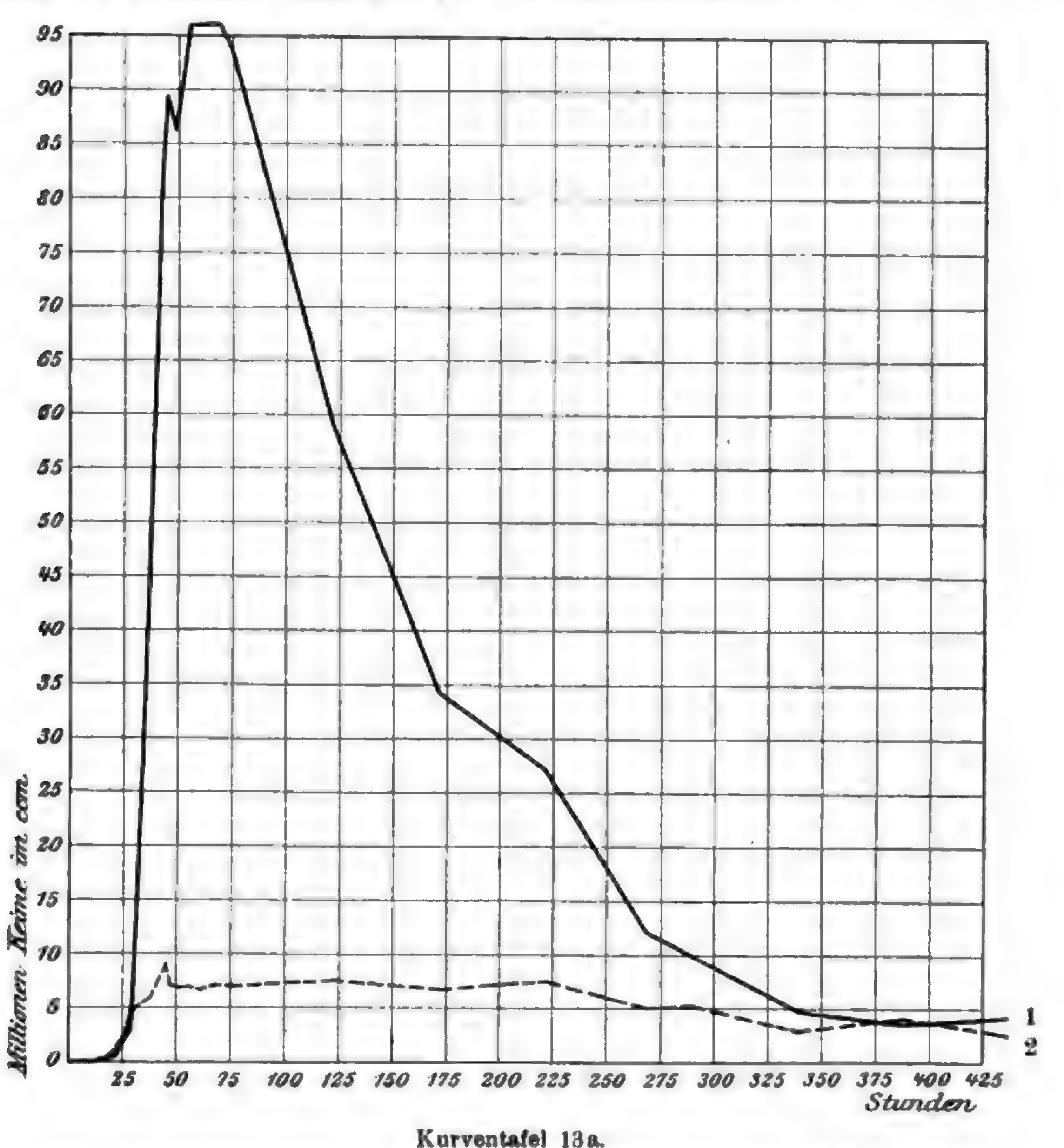
2. Durch Keimvermehrung wird ein Ansteigen, durch Wachstumshemmung bezw. durch Zurückgehen der Keimzahl eine Abnahme der stündlichen Zehrung bedingt.

3. Die Größe der Sauerstoffzehrung nach Überwindung des Latenzstadiums ist ein Maß für die Konzentration der vorhandenen, durch die Bakterien abbaufähigen Nährstoffe.

4. In künstlichen Nährlösungen, die gegenüber den benutzten Wässern eine üppigere

Digitized by Google

Bakterienentwicklung gestatten, verläuft die durch Bacillus fluorescens liquefaciens und Bacterium coli bedingte Sauerstoffzehrung gleichmäßig. Die stündliche Zehrung wächst bis zum vollständigen Verschwinden des Sauerstoffs; entsprechend nimmt die Keimzahl ständig zu, die Generationsdauer ab.



Kurventafel 13a.
Bacillus fluorescens liquefaciens + Bacterium coli im offenen Kolben.
Kurve 1 = Gehalt an Bac. fluor. Keimen. Kurve 2 = Gehalt an Bact. coli Keimen.

5. Das Sauerstoffbedürfnis einer in der Entwicklung begriffenen Kultur von Bacillus fluorescens liquefaciens übertrifft unter gleichen Bedingungen dasjenige von Bacterium coli etwa um das Sechsfache.

6. Der zur Erhaltung einer vorhandenen Bakterienmenge erforderliche Sauerstoff beträgt bei beiden Bakterienarten nur etwa $^1/_{10}$ des zum Anwuchs notwendigen. Die energisch verlaufende Sauerstoffzehrung, wie sie sich bei Flußwasseruntersuchungen durch die übliche Methode häufig zu erkennen gibt, wird also in ganz überwiegendem Maße durch das Wachstum (die Vermehrung) der Bakterien und nicht durch den

Digitized by Google

zur Erhaltung der vorhandenen Bakterienzahl notwendigen Sauerstoff bedingt. Deutliche Sauerstoffzehrung eines Wassers ist also das Zeichen für das Vorhandensein organischer Stoffe von solcher Art und in solchen Mengen, daß hierdurch eine Fortpflanzung und Vermehrung der Bakterien ermöglicht wird. Für die Beurteilung der Infektionsgefährlichkeit eines Flußwassers ist eine solche Feststellung unter Umständen von Bedeutung.

7. Die unter anaeroben Bedingungen eintretende Zehrung gebundenen Sauerstoffs (Reduktionsgröße) verläuft wahrscheinlich qualitativ und quantitativ anders als die unter aeroben Bedingungen stattfindende Aufzehrung gelösten Sauerstoffs.

8. Bei gleichzeitiger Einsaat von Bacillus fluorescens liquefaciens und Bacterium coli macht sich ein Antagonismus zwischen beiden Bakterien in der Weise geltend, daß ein starkes Zurückdrängen des Bacterium coli durch den Bacillus fluorescens liquefaciens stattfindet.

Die Arbeit wurde in der Zeit von Februar bis Dezember 1910 im hygienischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes angefertigt.

Berlin, im März 1911.

Digitized by Google

Zur Frage des Vorkommens von Bakterien im Fleische normaler Schlachttiere und zur Technik der bakteriologischen Fleischbeschau bei Notschlachtungen.

Von

Professor **Dr. Zwick**, Regierungsrat und **Dr. Weichel**, früherem wissenschaftlichem Hilfsarbeiter

im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Der bakteriologischen Fleischbeschau haben in letzter Zeit die beteiligten Fachkreise erhöhte Aufmerksamkeit zugewandt. Den Bestrebungen auf diesem Gebiete liegt die Absicht zugrunde, die technischen Hilfsmittel der Fleischbeschau noch mehr zu vervollkommnen, um dem bei der Ausübung der Fleischbeschau abzugebenden Urteil in gewissen Fällen eine erhöhte Treffsicherheit zu verleihen. Zu diesen Fällen gehören die sogenannten Notschlachtungen, d. s. Schlachtungen an Tieren, die mit schweren Erkrankungen behaftet sind. Sie bieten, da die Erkrankungen, die zu den Notschlachtungen führen, zu einem großen Teile septischer oder pyämischer Natur sind, sehr häufig Anlaß zu den sogenannten Fleischvergiftungen, den bekannten Masseninfektionen des Menschen durch Enteritidis- und Paratyphus-Bazillen. Bei der Beurteilung von Notschlachtungen sieht sich der die Fleischbeschau ausübende Tierarzt vor die Aufgabe gestellt, zu entscheiden, ob das Fleisch des notgeschlachteten Tieres genußtauglich ist oder nicht. Diese Entscheidung muß in Anbetracht der leichten Zersetzlichkeit des Fleisches notgeschlachteter Tiere rasch erfolgen. Angesichts der schweren Folgen, die aus der Freigabe solchen Fleisches entspringen können, ist es begreiflich, daß es als untauglich erklärt wird in den Fällen, in denen seine Genußtauglichkeit nicht zweifellos feststeht. Bei diesem Vorgehen ist es aber keineswegs ausgeschlossen, ja unvermeidlich, daß Werte vernichtet werden, die zu retten wären, wenn in jedem Falle mit Sicherheit das Freisein des Fleisches von gesundheitsschädlichen Keimen gewährleistet werden könnte. Dieses Ziel zu erreichen ist der Zweck der bakteriologischen Fleischbeschau. Sie will durch methodische Untersuchung des Fleisches von Tieren, die wegen bestimmter Krankheiten notgeschlachtet wurden oder die, ohne krank gewesen zu sein, bei der Schlachtung beachtenswerte Zufallsbefunde wie nicht abgekapselte Abszesse, Nephritiden usw., bieten, auf seinen Keimgehalt und im besonderen auf seinen Gehalt an pathogenen Bakterien die Grundlage für eine zuverlässige und zugleich wirtschaftliche Fleischbeschau bei Notschlachtungen liefern.

Über die Zweckmäßigkeit der bakteriologischen Fleischbeschau bei gewissen Notschlachtungen kann wohl kaum ein Zweifel bestehen. Dagegen ist das letzte Wort darüber noch nicht gesprochen, inwieweit sie sich in der Praxis durchführen läßt, und welches Verfahren bei ihrer praktischen Durchführung am besten einzuschlagen ist. Gerade die Methodik der bakteriologischen Fleischbeschau ist in letzter Zeit vielfach Gegenstand der Erörterung gewesen. Bei dieser Gelegenheit mußte auch der Frage des Keimgehalts des Fleisches normaler Schlachttiere näher getreten werden, da die Lösung dieser Frage erste und unerläßliche Voraussetzung für die bakteriologische Beurteilung des Fleisches unter pathologischen Verhältnissen ist.

Bisher war die Ansicht, daß das Fleisch normaler, frisch geschlachteter Tiere bakterienfrei sei, die maßgebende in der Fleischbeschau. Wofern sich Bakterien im Fleisch gesunder Schlachttiere vorfanden, wurde angenommen, daß sie durch Verunreinigung beim Schlachten nachträglich in das Fleisch gelangt seien. Die etwa von außen eingedrungenen Bakterien sollen nach Angabe verschiedener Forscher nur die äußerste Randzone des Fleischstückes besiedeln, selbst wenn es tagelang liegt (Gärtner, Förster, Presuhn, Chillès, Marxer), während in der Tiefe das Fleisch bakterienfrei bleibe.

Neuerdings hat sich nun Conradi[1]) mit Untersuchungen über den Keimgehalt des Muskelfleisches und anderer Teile normaler Schlachttiere befaßt und dabei Ergebnisse erzielt, die der herrschenden Ansicht widersprechen. Er fand nämlich in 162 Organteilen von 150 gesunden Schlachttieren (Kälbern, Jungrindern, Kühen, Schweinen) Bakterien und zwar

in der Leber	unter	63	Proben	bei	42,
„ „ Muskulatur	„	59	„	„	18,
„ „ Niere	„	19	„	„	6,
„ „ Lunge	„	5	„	„	4,
„ den Lymphdrüsen	„	4	„	„	1,
„ der Milz	„	11	„	„	1,
„ dem Hoden	„	1	„	„	—.

In der überwiegenden Zahl der Fälle, in 42, in denen der Bakterienbefund ein positiver war, handelte es sich um aërobe Bakterien — Bact. coli, Bact. lactis aërogenes, Streptococcus acidi lactici, Bac. mesent., Bac. fluorescens non liquefaciens, Diplococcus pneumoniae Fränkel und Bac. suipestifer —, in den übrigen 30 Fällen wurden anaërobe Bakterien von der Gruppe der Buttersäurebazillen gefunden. Besondere Erwähnung verdient der Nachweis des Bacillus suipestifer in der Tiefe des unzerlegten Muskelfleisches zweier Schweine sowie eines Rindes, ferner in der Niere eines gesunden Schweines; denn es handelte sich in diesen Fällen um Bakterien, über deren Unschädlichkeit für den Menschen vorläufig die Ansichten noch nicht abgeklärt sind.

Conradi schließt aus seinen Befunden, daß in Organen von Schlachttieren, bei denen sich durch die Fleischbeschau keinerlei Krankheitsverdacht ergab, Bakterien,

[1]) Münchener Medizinische Wochenschrift 56. Jahrg. Nr. 26, S. 1318 und Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhygiene 19. Jahrg.

Digitized by Google

allerdings meistens in sehr spärlicher Zahl, latent vegetieren können, und daß infolgedessen ein Nachweis von Bakterien in unzerlegtem Muskelfleisch der Schlachttiere keineswegs mehr als ein Beweis für das Vorliegen einer septischen Erkrankung der Tiere angesehen werden dürfe.

Die von früheren Autoren gewonnenen, abweichenden Untersuchungsergebnisse erklärt Conradi mit der Unzulänglichkeit der von ihnen angewandten Methoden. Wenn nämlich die zur bakteriologischen Untersuchung entnommenen Proben unmittelbar auf Nährböden ausgestrichen würden, eine Anreicherung der etwa im Fleische enthaltenen Bakterien also unterbleibe, so könnten spärliche Keime der Beobachtung entgehen. Zudem sei bei einem solchen Verfahren auf den Nachweis von Anaërobiern nicht Bedacht genommen. Deshalb hat Conradi ein Verfahren ausgearbeitet, das den Zweck verfolgt, auch vereinzelte Keime, sowohl aërobe als anaërobe, mit Sicherheit im Fleische nachzuweisen. Ganz besondere Sorgfalt wandte er der Ausschaltung von akzessorischen, nachträglich auf das Fleisch gelangenden Keimen zu. Im einzelnen ging er in folgender Weise vor:

Unmittelbar nach der Tötung der Schlachttiere wurde mit einwandfreien, im Ölbad bei 200° C sterilisierten Instrumenten ein ca. 50 g schweres würfelförmiges Organ- oder Muskelstück aus dem Kadaver herausgeschnitten, $^1/_2$ - 1 Minute lang in heißes, auf 200° C erhitztes Öl (Jaffa-Sesamöl) eingelegt und nun entweder in eine 2 $^0/_0$ige Sublimatlösung für 4 Stunden oder, wenn der Versand von Fleischstücken zwecks späterer bakteriologischer Untersuchung beabsichtigt war, für die Dauer des Transports in 0,2 $^0/_0$ige Sublimatlösung eingelegt. Alsdann wurde das Fleischstück in ein steriles Spitzglas verbracht, das mit Glasdeckel und Kolophonium-Wachslösung luftdicht verschlossen war, und hier während 12—16 Stunden bei 37° C belassen. Die weitere Verarbeitung geschah in der Weise, daß das Fleischstück mit einem sterilen Messer halbiert, der Kern der einen Hälfte in flüssige Nährgelatine gebracht, die andere Hälfte auf einer Brillantgrün-Pikrinsäure-, auf einer Drigalski-Conradi- und einer Agar-Platte ausgestrichen wurde. Aus der zentralen Partie dieser Hälfte wurde außerdem noch Material für die Untersuchung im hängenden Tropfen und zur Anfertigung eines Gram-Präparates entnommen.

Der Zweck unserer Untersuchungen war nun, festzustellen, ob in der Tat das mit der Conradischen Methode von ihrem Entdecker erzielte Ergebnis allgemeine Gültigkeit besitzt und fernerhin, ob nicht andere, einfachere Verfahren ebenso zuverlässige Ergebnisse bei der bakteriologischen Untersuchung des Fleisches liefern können.

Das zu unseren Untersuchungen benutzte Material stammte teils von völlig gesunden Tieren, teils von finnigen oder tuberkulösen, deren Allgemeinbefinden intra vitam nicht gestört gewesen war; außerdem fand in einigen Fällen auch Material von Tieren Verwendung, die infolge von Unglücksfällen (Beinbrüchen) notgeschlachtet worden waren. Gewöhnlich wurden von einem Tier gleichzeitig mehrere Proben entnommen und zwar meist sofort nach seiner Schlachtung oder innerhalb der nächsten 2—5 darauffolgenden Stunden. Insgesamt untersuchten wir 77 Organ- und Muskelproben von 36 Rindern, 7 Schweinen, außerdem das Knochenmark von 5 Rindern, 5 Kälbern und 3 Schweinen. Die Muskelproben entstammten der Vorder- und Hinterextremität (Mm. biceps brachii, biceps femoris, semitendinosus und quadriceps femoris), ferner den oberflächlichen Muskelschichten am Hals und Nacken. Von der Leber wurde gewöhnlich der Lobus caudatus auf seinen Bakteriengehalt geprüft.

Die Untersuchung jedes einzelnen Fleischstücks wurde nach 5 verschiedenen Methoden vorgenommen.

In erster Linie nach der von Conradi angegebenen mit der Abänderung, daß wir zur Entnahme der Fleischproben im Schlachthause nicht im Ölbad sterilisierte, sondern, um den Verhältnissen in der Praxis Rechnung zu tragen, sorgfältig gereinigte und in der üblichen Weise durch Auskochen sterilisierte Messer und Pinzetten benutzten. Sofort nach der Entnahme wurden die Fleischproben nach dem einige Schritte entfernten Laboratorium verbracht und dort genau nach dem von Conradi eingeschlagenen Verfahren weiter verarbeitet.

Die zweite angewandte Methode war die Förstersche: Faustgroße Muskelstücke wurden in reine Tücher oder Pergamentpapier verpackt und so ins Laboratorium verbracht. Hier wurden sie mehrmals mit einem bis zum Glühen erhitzten Messer abgebrannt, auf die so abgebrannte Fläche wurde mit einem zweiten ausgeglühten Messer in vertikaler Richtung eingeschnitten, von dem Vertikalschnitt ausgehend wurden mehrere Horizontal- und Vertikalschnitte angelegt, alsdann aus der Tiefe das Untersuchungsmaterial mit ausgeglühten Messern entnommen und auf verschiedenen Nährböden ausgestrichen.

Bei einer dritten und vierten zum Vergleich herangezogenen Methode wurden die nach der ersten entnommenen Fleischproben sofort nach ihrer Entnahme eine halbe Stunde lang in 1-prozentige Sublimatlösung gelegt, in Tücher eingeschlagen, die mit ½-prozentiger Sublimatlösung getränkt waren und alsdann in Pergamentpapier verpackt. Im Laboratorium wurden die Fleischstücke zunächst mit rotglühenden Messern abgebrannt und danach mit solchen Messern halbiert. Mit ausgeglühter und wieder abgekühlter Schere und Pinzette wurden nunmehr bohnengroße Stücke aus dem Kerne des Stückes herausgeschnitten und auf eine Agar-, eine Drigalski-Conradi- und eine Malachitgrünplatte ausgestrichen. Weitere etwa bohnengroße Stücke kamen zur Anreicherung in Bouillon und in verflüssigten, hochgeschichteten Traubenzuckeragar. Bei der vierten Methode wurde insofern eine Abänderung getroffen, als die Stücke erst verarbeitet wurden, nachdem sie bei 37° C im Brutschrank während 18 bis 20 Stunden verweilt hatten. Dadurch sollte eine Anreicherung der in den Fleischproben enthaltenen Bakterien erzielt werden.

Endlich wurde als fünftes noch folgendes Verfahren eingeschlagen: Würfelförmige Stücke, deren Seitenlänge etwa 8—10 cm betrug, wurden mit Messern, die in kochendem Wasser sterilisiert worden waren, vom Schlachttier entnommen, alsdann je nach ihrer Größe und Konsistenz 2—5 Minuten lang in kochendem Wasser gehalten, hierauf während 5 Minuten in ½-prozentige Sublimatlösung gelegt und in Tücher verpackt, die mit dieser Lösung befeuchtet waren. Im Laboratorium wurde die Oberfläche der Fleischstücke mit rotglühenden Kartoffelmessern abgebrannt und mit solchen Messern halbiert. Unter Verwendung einer ausgeglühten und wieder abgekühlten Pinzette und Schere wurden nunmehr bohnengroße Stücke aus dem Kerne herausgeschnitten und auf eine Agar-, eine Drigalski-Conradi- sowie eine Malachitgrünplatte ausgestrichen. Weitere solche Stücke wurden in Bouillon, andere, um die Möglichkeit zur Entwicklung von Anaërobiern zu bieten, in flüssigen, hochgeschichteten, 1-prozentigen Traubenzuckeragar verbracht. Dem Bouillonröhrchen wurde nach 3-, 6- und 9-stündigem Verweilen im Brutschrank Material zur Untersuchung im hängenden

Digitized by Google

Tropfen entnommen und mit 2—3 Ösen je eine Agar-, eine Drigalski-Conradi- und eine Malachitgrünplatte geimpft.

Zur Untersuchung des Knochenmarks auf seinen Bakteriengehalt wurden die Röhrenknochen von den daran haftenden Weichteilen befreit und die substantia corticalis bis auf eine dünne Schicht durchsägt; alsdann wurden die Knochen an der Sägestelle entzweigebrochen. Nach vorherigem sorgfältigem Absengen der Bruchfläche mit der Gasflamme wurde mit einer Platinnadel von dem Knochenmarke Material aus der Tiefe entnommen und nach der zuletzt beschriebenen Methode bakteriologisch verarbeitet.

In der nachstehenden Tabelle sind die weiteren Einzelheiten der angestellten Untersuchung und ihr Ergebnis zusammengestellt.

Bezeichnung		Zahl der untersuchten Proben	Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung
des Schlachttieres	der Fleischprobe oder des Körperteils, von dem das Fleischstück stammt		
Rind	Hinterextremität	19	—
„	Vorderextremität	12	—
„	Nacken	10	9 —, 1 + Bact. coli commune, Staphylococcus aureus
„	Psoasmuskulatur	8	—
„	M. longissimus dorsi	1	—
„	Halsmuskulatur	1	—
„	Herzmuskel	2	—
„	Leber	6	1 —, 5 +; 4 mal Bact. coli commune, 1 mal Bact. coli commune und Staphylococcus aureus
„	Milz	4	—
„	Niere	2	—
„	Zungenmuskulatur	2	—
Schwein	Hinterextremität	7	—
„	Nackenmuskulatur	1	—
„	Leber	2	1 —, 1 + Bact. coli
„	Milz	2	—
„	Niere	2	—

Wie aus dieser Zusammenstellung hervorgeht, stimmt unser Untersuchungsergebnis, was die Häufigkeit des Vorkommens von Bakterien in der Leber anbetrifft, mit demjenigen von Conradi überein. Unter 6 Leberproben erwiesen sich nämlich 5 bakterienhaltig. Wesentlich verschieden von dem Conradischen Befund fielen dagegen die Ergebnisse unserer Untersuchungen aus, soweit sonstige Organe und Muskulatur in Frage kommen. Nur in **einer** von den 63 untersuchten Muskelproben, und zwar in einem Stück von der Nackenmuskulatur, wurden Bakterien vom Koli-Typus gefunden. Wir nehmen an,

daß in diesem einen Falle die Keime nachträglich, wahrscheinlich bei dem in unmittelbarem Anschluß an das Ausschlachten erfolgten Abwaschen des Fleisches durch das lockere Bindegewebe eingedrungen sind.

Auf eine andere sehr beachtenswerte Möglichkeit des nachträglichen Eindringens von Bakterien in Organe und Muskulatur von Schlachttieren haben Lentz[1]) und Amako[2]) aufmerksam gemacht. Bei der gewerbsmäßigen Zerlegung der Schlachttiere werde auf die weichen und elastischen Organe ein Druck ausgeübt und dabei Flüssigkeit aus den Gefäßen und Ausführungsgängen ausgepreßt. Sobald der Druck nachlasse, werde mit Schmutz untermischte Flüssigkeit eingesogen und bei dieser Gelegenheit könnten nun auch Bakterien in die Organe gelangen.

Erwähnt mag noch werden, daß drei der untersuchten Fleischproben, die von drei verschiedenen Schweinen stammten, ebenso wie das Knochenmark der zugehörigen Röhrenknochen infolge von kurz vor der Schlachtung der Tiere entstandenen Knochenbrüchen blutig infiltriert war.

Die fünf verschiedenen Untersuchungsmethoden, nach denen jede einzelne Fleischprobe bakteriologisch geprüft wurde, lieferten durchweg übereinstimmende Ergebnisse. Sie können daher unter der Voraussetzung ihrer sorgfältigen Durchführung theoretisch als gleichwertig bezeichnet werden, dagegen nicht, wenn sie unter dem Gesichtspunkte der Bedürfnisse der Praxis beurteilt werden. Denn die Praxis verlangt von einem brauchbaren Verfahren, daß es nicht nur zuverlässig, sondern auch einfach sei. So interessant die von Conradi angegebene Methode auch sein mag, so ist sie doch zu kompliziert, als daß sie sich zur allgemeinen Einführung in die Praxis eignete. Wenn es sich darum handelt, Vorschläge für ein jenen Ansprüchen genügendes Verfahren zu machen, so würden wir dem von uns an fünfter Stelle erwähnten den Vorzug geben. Die bei diesem Verfahren geübte Vorbereitung der Fleischstücke zum Zwecke ihres Versandes und ihrer späteren bakteriologischen Untersuchung kann überall, auch auf dem platten Lande, leicht durchgeführt werden. Das Kochen des Fleischstücks während 2—5 Minuten tötet, wie wir uns durch Versuche überzeugt haben, die der Oberfläche etwa anhaftenden Enteritis- oder Paratyphuskeime ab und verhütet damit ihr Eindringen in die Tiefe. Außerdem bietet dieses Verfahren wie das Conradische den Vorteil, daß das Fleischstück fester wird und sich leichter verarbeiten läßt. Das Einlegen und Verpacken in $^1/_2$-prozentige Sublimatlösung schließt eine nachträgliche Infektion des Fleischstückes aus, die weitere Art der Verarbeitung sichert auch den Nachweis spärlicher Keime und die möglichst rasche Gewinnung des bakteriologischen Ergebnisses. Eine Gefahr nach der Richtung, daß etwa die in der Tiefe der Fleischstücke vorhandenen Keime, deren Nachweis beabsichtigt ist, durch das Kochen zerstört werden, besteht nicht. Nach zwei Minuten langem Kochen war bei unseren Versuchen das Innere selbst der kleineren Fleischstücke noch kalt oder hatte durch nachträgliches Erwärmen höchstens eine Temperatur von 15—20° C er-

---

[1]) Zentralbl. f. Bakt. usw. 1910; Beilage zu Abt. I, Bd. 47, Referate S. 177.

[2]) Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten 1910, Bd. 66, S. 166.

reicht. Größere Stücke können ohne Bedenken 5—6 Minuten lang gekocht werden. Die Dicke der oberflächlichen, durch das Kochen verursachten Gerinnungsschicht beträgt nach so langem Kochen nur etwa 5—6 mm, während der Kern des Fleischstückes eine wesentliche Temperaturerhöhung noch nicht zeigt und sein normales, frisches Aussehen bewahrt hat. Das Muskelfleisch gehört bekanntlich zu den schlechten Wärmeleitern.

Eine Nachprüfung des Conradischen Verfahrens und der von Conradi gewonnenen Untersuchungsergebnisse ist auch von anderen Seiten vorgenommen worden. Dabei wurden teils übereinstimmende, teils abweichende Befunde erzielt. Bierotte und Machida[1]) haben 54 Organteile (Lunge, Leber, Muskel, Milz, Niere, Herz) von 7 gesunden Rindern, 1 Kalb, 2 Schafen und 1 Schweine untersucht. Sie fanden unter 54 steril entnommenen Proben normaler Organe 32 = 59,25 % keimhaltig. Zu ihren Untersuchungen diente auch Material von geschächteten Tieren. Bierotte und Machida lassen es dahingestellt, ob nicht vielleicht das Schächten von Einfluß auf das Vorkommen von Keimen im Fleische sei. Dies trifft jedenfalls für die Lungen zu und ist für andere Organe nicht ausgeschlossen. Die Art der von Bierotte und Machida in den geprüften Fleischproben gefundenen Keime (Bact. coli, Strept. acidi lactici, Bact. punctatum, Bac. mesentericus vulg., Bac. mycoides, Diplococcus pneumoniae Fränkel, Micrococcus acidi lactici, Bac. subtilis, Proteus vulgaris, Staphylococcus pyogenes albus) spricht, wie schon Amako bemerkt hat, eher für eine Außen- als für eine postmortale Infektion des Fleisches, besonders soweit Bac. mycoides, Proteus vulgaris, Bac. subtilis nachgewiesen wurden.

Amako[2]) fand das Conradische Ölbad zwar sehr geeignet zur Sterilisierung von Instrumenten, dagegen konnten hierdurch von außen mit Milzbrandkeimen (Bazillen und Sporen) sowie mit Paratyphus-B-Bazillen künstlich infizierte Fleischstücke nicht keimfrei gemacht werden. Nach seiner Ansicht ist es daher keineswegs berechtigt, die mittels des Conradischen Verfahrens im Innern von Muskeln und Organen frisch geschlachteter Tiere etwa vorgefundenen Bakterien als latente im Sinne Conradis zu bezeichnen. Die von Amako nach der Conradischen Versuchsanordnung geprüften Organe (Milz, Niere, Leber, Muskel) von Rindern erwiesen sich zu einem großen Prozentsatze (27—100 %) bakterienhaltig; trotz dieses Befundes möchte er aber nicht auf eine intravitale Infektion der bakterienhaltigen Organe schließen, vielmehr die postmortale für keineswegs ausgeschlossen halten. In dieser Auffassung wird er bestärkt durch Untersuchungen, die er mit den Organen von kleinen Tieren (Hund, Kaninchen, Meerschweinchen) anstellte und wobei sich alle untersuchten Organe keimfrei erwiesen.

Außerdem haben noch Meßner[3]), Horn[4]) und W. Müller[5]) sich mit der Frage des Bakteriengehalts des Fleisches normaler Schlachttiere beschäftigt. Meßner

[1]) Münchener Medizinische Wochenschrift 1910, Nr. 12, S. 637.
[2]) Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten 1910, Bd. 66, S. 166.
[3]) Tierärztliches Zentralblatt, Jahrg. 1910, Nr. 28—31.
[4]) Zeitschrift für Infektionskrankheiten usw. der Haustiere 1910, Bd. 8, S. 424.
[5]) Zentralbl. f. Bakt. usw., I. Abt., Originale, Bd. 56, S. 277.

fand in den von ihm untersuchten 145 Fällen das Fleisch frei von aëroben Keimen; das Vorkommen von anaëroben hat er nicht berücksichtigt. W. Müller dagegen konnte in 46 % der untersuchten Fälle Bakterien (Streptococcus und Staphylococcus pyogenes, Bac. lactis aërogenes) nachweisen. Nach Horn, der das Fleisch von Schlachttieren zu verschiedenen Zeiten (bis zu 21 Tagen) nach der Schlachtung untersuchte, kann die Muskulatur gesunder frisch geschlachteter Tiere Bakterien enthalten, die jedoch in der Regel nur mit Hilfe eines Anreicherungsverfahrens nachzuweisen sind. Bei den von Horn vorgefundenen Bakterien handelte es sich um Kokken, um gramnegative Stäbchen, um Bac. subtilis und um Sarcina. Sowohl in den von W. Müller als in den von Horn untersuchten Fällen ist die Möglichkeit, daß die gefundenen Bakterien nach dem Schlachten des Tieres in das Fleisch eingewandert sind, nicht sicher ausgeschlossen.

Eng verknüpft mit der Methodik der bakteriologischen Fleischbeschau und für sie bestimmend ist die Frage des Zustandekommens von Fleischvergiftungen. Wenn wir auch im Gegensatze zu Conradi den ursächlichen Zusammenhang der intravitalen Infektion der Schlachttiere mit den sogenannten Fleischvergiftungen für hinreichend erwiesen halten und daher nach wie vor die Ansicht vertreten, daß dieselben Bakterien (Enteritis-, Paratyphus-Bakterien) sowohl Erkrankungen der Schlachttiere als auch infolge des Genusses des Fleisches solcher Tiere Massenerkrankungen des Menschen, die als Fleischvergiftungen bezeichnet werden, hervorrufen, so verdient doch andererseits die von Conradi[1]) und seinen Mitarbeitern Rommeler[2]) und Meyer[3]) betonte postmortale Infektion des Fleisches als Quelle einer Nahrungsmittelinfektion des Menschen erhöhte Beachtung. Meyer hat nachgewiesen, daß Enteritis- und Paratyphus-Bakterien in frisches Fleisch von geschlachteten Tieren bei gewöhnlicher Zimmertemperatur und mittlerem Feuchtigkeitsgehalt der Luft während 24—48 Stunden bis in eine Tiefe von 11—14 cm einzudringen vermögen.

Um uns über die Schnelligkeit des Einwucherns von Enteritis-Bakterien in das Fleisch gesunder Tiere bei mittlerem Feuchtigkeitsgehalt der Luft und verschiedenen Aufbewahrungstemperaturen zu unterrichten, stellten wir eine Reihe von diesbezüglichen Versuchen an. Dabei fanden wir, wie schon vorweg bemerkt werden soll, daß die Menge der zur Infektion benutzten Bakterien, ob 1 Öse oder $^{1}/_{100}$ Öse, keinen wesentlichen Einfluß auf das schnellere oder langsamere Eindringen der Bakterien in Fleischstücke ausübt, eine Erfahrung, die auch Meyer machte.

Wir benutzten zu unsern Versuchen teils faustgroße Fleischstücke von erwachsenen Rindern und jungen Kälbern, teils ganze Extremitätenabschnitte, die letzteren ganz besonders zur Prüfung der Frage, ob nicht, wie als wahrscheinlich anzunehmen war, die Ergebnisse verschieden ausfallen, wenn man das eine Mal so, wie es Meyer getan hat, die Bakterien auf die Schnittflächen frischen Fleisches aufstreicht, das andere Mal auf die die Muskeln überziehenden Faszien. Da bei Notschlachtungen eine Zerteilung des Kadavers meistens erst kurze Zeit vor dem Ver-

[1]) Zeitschrift für Fleisch- und Milchhygiene, 20. Jahrg. 1910, S. 217.
[2]) Zeitschrift für Fleisch- und Milchhygiene, 20. Jahrg., Heft 4, S. 115.
[3]) Ebenda S. 120.

Digitized by Google

kaufe vorgenommen wird, so dürften bei etwaiger Außeninfektion die Bakterien weniger günstige Eintrittspforten finden. Denn am Kadaver trocknen die oberflächlichen Muskelschichten und die Faszien sehr rasch ein, wodurch für das Eindringen von Bakterien ein nicht zu unterschätzender Widerstand erwächst. Diesem Umstand haben wir bei unserer Versuchsanordnung Rechnung getragen.

Die mit Enteritis-Bakterien an einer Seitenfläche geimpften Fleischstücke wurden in sterilen Gläsern aufbewahrt. Es zeigte sich, daß es auf das Versuchsergebnis ohne Einfluß war, ob man die mit Bakterien bestrichene Fläche nach oben oder unten kehrte oder das ganze Fleischstück in $^1/_2$-prozentige Sublimatlösung legte, so daß nur ein etwa 1 cm hoher Abschnitt mit der bestrichenen Fläche von der Flüssigkeit unberührt blieb, — ob also im ersteren Falle die Bakterien von unten nach oben statt umgekehrt wucherten, und ob im zweiten Falle die Bakterienwucherung von der Seite her vermieden wurde. Nach verschiedenen Zeitabschnitten entnahmen wir von dem infizierten Fleischstück Material für die bakteriologische Untersuchung. Dies geschah in der Weise, daß die der infizierten gegenüberliegende Fläche mit rotglühendem Kartoffelmesser gründlich abgebrannt und alsdann, von ihr ausgehend, das ganze Muskelstück mit einem zweiten rotglühenden Messer in glattem Schnitte halbiert wurde. Durch Kontrollen konnte festgestellt werden, daß bei dieser Schnittführung eine Verschleppung oberflächlicher Keime durch das Wasser oder ausgepreßten Muskelsaft in die Tiefe nicht stattfindet; die ganze Schnittfläche wird vielmehr durch das rotglühende Messer abgesengt und sterilisiert. Mittels ausgeglühter Hakenpinzette und Schere wurden sodann, zunächst in weitester Entfernung von der Infektionspforte und weiterhin in verschiedenen Abständen von ihr, erbsengroße Proben entnommen, auf eine Drigalski-Conradi- und eine Malachitgrünplatte ausgestrichen und danach in ein Röhrchen mit Bouillon verbracht. Bei dieser Versuchsanordnung ergab sich mit ziemlicher Gleichmäßigkeit, daß die Enteritis-Bakterien in ein von Faszien und größeren Bindegewebezügen freies, weiches Muskelstück mit frischer, feuchter Schnittfläche innerhalb 24 Stunden bei 15—18° C und mittlerem Feuchtigkeitsgehalt in eine Tiefe von $1^1/_2$—$2^1/_2$ cm, innerhalb 48 Stunden in eine solche von 5 cm eindringen. Die Bakterien waren meistens in Reinkultur nachzuweisen; irgend welche makroskopische Veränderungen ließ ein derart infiziertes Fleischstück trotz der Bakterienwucherung in seinem Innern nicht erkennen. Die angestellten Versuche zeigen demnach in Übereinstimmung mit denjenigen von Meyer und von Amako, daß Enteritis-Bakterien in Fleisch sehr rasch von außen hineinzuwuchern vermögen. Allerdings konnten wir das von Meyer innerhalb der angegebenen Zeit beobachtete maximale Tiefenwachstum nicht feststellen. In dem verschiedenen Wassergehalt der Fleischstücke mögen vielleicht die Unterschiede begründet sein oder auch in der bei ihrem Zerlegen angewandten abweichenden Methodik.

Wurden zu den Versuchen Fleischstücke benutzt, die von Faszien umgeben waren, und waren diese leicht eingetrocknet, so erwies sich die unterhalb einer Faszie gelegene Muskelschicht in dem bei Zimmertemperatur aufbewahrten Fleischstück selbst nach 36—48 Stunden noch als vollständig steril. Erst nach 2–3 Tagen wucherten, mit beginnender Erweichung und Lockerung des Fleisches und offenbar auch der Faszie,

Digitized by Google

die Enteritis-Bakterien durch diese hindurch, um sich sodann in der angegebenen Weise zu vermehren.

Geschah die Aufbewahrung der infizierten Fleischstücke bei einer Temperatur von 37° C, so waren die Enteritis-Bazillen nach 24 Stunden 4—5, nach 48 Stunden 8 cm tief in das Fleisch hineingewuchert; durch die Faszie waren die Bakterien bei dieser Temperatur schon nach 20—24 Stunden in die Muskulatur eingedrungen. Aus diesen Versuchen ergibt sich demnach sehr deutlich der das Bakterienwachstum fördernde Einfluß der höheren Temperatur.

In faszienfreie Fleischstücke, die bei Eisschranktemperatur aufbewahrt worden waren, waren die Enteritis-Bakterien nach 5 Tagen ungefähr 1 cm tief gewuchert, während das von einer Faszie überzogene Fleisch selbst unmittelbar unter der Faszie noch steril war.

Unter dem Eindruck dieser Versuchsergebnisse legten wir uns die Frage vor, ob nicht vielleicht durch geeignete Wahl des Fleischstückes für die bakteriologische Untersuchung bei Notschlachtungen eine erhöhte Sicherheit geboten werden könnte, um eine intravitale Infektion des Schlachttieres von einer postmortalen des Fleisches zu unterscheiden. Zieht man zunächst unsere Versuche zu Rat, die gezeigt haben, daß von Faszien überzogenes Fleisch nur schwer für eine Außeninfektion zugänglich ist und weiterhin in Betracht, daß es sich bei den durch intravitale Enteritisinfektion bedingten Notschlachtungen zumeist um typische Septikämien handelt, so dürften sich zum Nachweis der intravital eingedrungenen Enteritis-Bakterien tiefer gelegene und von Faszien umgebene Muskeln — worauf Bugge[1]) schon aufmerksam gemacht hat und wie dies auch die Königl. Sächs. Kommission für das Veterinärwesen in den Vorschriften für die Durchführung der bakteriologischen Fleischbeschau anordnet[2]) — sowie tiefer gelegene Fleischlymphdrüsen und besonders auch das rote Knochenmark der Röhrenknochen am besten eignen. Was im besonderen noch die Wahl von Röhrenknochen für die bakteriologische Untersuchung betrifft, so haben wir bei Versuchen mit den Knochen von infolge einer Enteritisinfektion verendeten Kälbern feststellen können, daß im Knochenmark fast regelmäßig auch ohne Anreicherungsmethode die ursächlichen Bakterien nachzuweisen sind. Andererseits dringen von außen auf Knochen aufgestrichene Fleischvergiftungserreger nur sehr langsam in das Knochenmark ein. In dem Marke von Knochen, die von ihren Weichteilen entblößt waren und bei denen das Periost entfernt war, konnten wir die auf den Knochen und die Gelenkflächen aufgestrichenen Enteritis-Bakterien erst nach 2—3 Tagen antreffen. Zu dieser Zeit war das bei den Versuchen zur Kontrolle benutzte Fleisch bereits vollkommen faul.

Bei Notschlachtungen kann zur wesentlichen Unterstützung einer möglichst einwandfreien bakteriologischen Fleischbeschau und zur Beantwortung der Frage, ob intravitale oder postmortale Infektion vorliegt, die Untersuchung der Lymphdrüsen und zwar in erster Linie der tiefer gelegenen Fleischlymphdrüsen herangezogen werden. Diese sind vor einer Außeninfektion geschützt und liefern auch noch nach einigen Tagen ein einwandfreies Ergebnis.

---

[1]) Bugge, Zeitschrift für Fleisch- und Milchhygiene 1909, S. 145.

[2]) Ebenda S. 151.

Digitized by Google

Schlußsätze.

1. Unter 77 Organ- und Muskelproben geschlachteter Rinder und Schweine, von denen jede nach 5 verschiedenen Verfahren untersucht wurde, erwiesen sich bei einer alsbald nach der Schlachtung vorgenommenen bakteriologischen Untersuchung in 5 Fällen die Probe von der Leber, in 1 Fall die Probe von der Nackenmuskulatur bakterienhaltig. Es ist jedoch nicht anzunehmen, daß die gefundenen Bakterien (Bact. coli comm., Staphylococc. aureus) in die Organe während des Lebens der Schlachttiere eingedrungen sind.

2. Das von Conradi für die bakteriologische Fleischbeschau vorgeschlagene Verfahren ist für die Bedürfnisse der Praxis nicht geeignet.

3. Zur bakteriologischen Untersuchung des Fleisches bei Notschlachtungen halten wir folgendes Verfahren für zweckmäßig.

Möglichst bald nach der Notschlachtung werden aus der Stammesmuskulatur, der Vorder- oder Hinterextremität ungefähr quadratische Muskelstücke mit einer Seitenlänge von 6—8 cm aus tiefer gelegenen, durch Faszien und oberflächliche Muskellagen geschützten Muskeln (M. longissimus dorsi, M. biceps brachii, M. biceps femoris, M. vastus, M. semitendinosus) mit zuvor durch Auskochen sterilisierten Instrumenten herausgeschnitten. Außerdem wird ein etwa ebenso großes Stück Leber und ein entsprechend großes Stück Milz sowie der eine oder andere Fleischlymphknoten (Lymphoglandula suprascapularis, praefemoralis, poplitea) für die Untersuchung ausgewählt.

Im übrigen hätte die bakteriologische Untersuchung des Fleisches in der Weise zu geschehen, daß würfelförmige Stücke, deren Seitenlänge etwa 6—8 cm beträgt, mit Messern, die in kochendem Wasser sterilisiert worden sind, vom Schlachttier entnommen, alsdann je nach ihrer Größe und Konsistenz 2—5 Minuten lang in kochendem Wasser gehalten, hierauf während 5 Minuten in $^1/_2$%ige Sublimatlösung gelegt und in Tücher verpackt werden, die mit dieser Lösung befeuchtet wurden. Im Laboratorium wird die Oberfläche der Fleischstücke mit rotglühenden Kartoffelmessern abgebrannt und mit solchen Messern halbiert. Unter Verwendung einer ausgeglühten und wieder abgekühlten Pinzette und Schere werden bohnengroße Stücke aus der Mitte des Fleischstückes herausgeschnitten und auf eine Agar-, eine Drigalski-Conradi-, sowie eine Malachitgrün-Platte ausgestrichen. Weitere solche Stücke werden in Bouillon, andere, um die Möglichkeit zur Entwicklung von Anaërobiern zu bieten, in flüssigen, hochgeschichteten, 1%igen Traubenzuckeragar verbracht. Dem Bouillonröhrchen wird nach 3-, 6 und 9stündigem Verweilen im Brutschrank Material zur Untersuchung im hängenden Tropfen entnommen; ferner werden mit 2—3 Ösen des Bouillonröhrcheninhalts je eine Agar-, eine Drigalski-Conradi- und eine Malachitgrün-Platte geimpft. Die weitere Untersuchung der etwa auf den Platten gewachsenen Kolonien wird in der bekannten Weise vorgenommen.

Digitized by Google

Über die Wirkung von Serum und Leberextrakten auf Trypanosomen.

Von

Dr. Kurt Schern,

früherem wissenschaftlichen Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte, Leiter der Untersuchungsstation für animalische Nahrungs- und Genußmittel im Königlichen Polizeipräsidium zu Berlin.

Die nachfolgenden Versuche[1]) gehen von der Beobachtung aus, daß unbeweglich gewordene Dourinetrypanosomen, welche sich im Rattenblut gemischt mit Natriumzitratlösung oder in physiologischer Kochsalzlösung befanden, ihre ehemalige Beweglichkeit wieder erlangten, sobald etwas frisches Blut, bezw. Serum von einer anderen, normalen Ratte oder vom Pferd hinzugegeben wurde.

Dieses Phänomen der „Wiederbelebung" konnte ich auch oft unter dem Mikroskop verfolgen, wenn ich eine Öse Rattenblut, das eben unbeweglich gewordene Trypanosomen enthielt, mit einigen Ösen frischen Serums auf dem Deckgläschen verrieb und untersuchte. Die Trypanosomen werden dann meist nicht etwa sofort, sondern erst nach Verlauf einiger — (etwa 4 bis 8) — Minuten wieder sehr lebhaft beweglich. In besonders deutlicher und schöner Weise tritt diese Wirkung des Serums, bezw. Blutes in Erscheinung, wenn man bei Trypanosomen nach ihrer Entnahme aus dem Tierkörper die allmähliche Abnahme ihrer Beweglichkeit genau verfolgt und etwa 5 bis 10 Minuten, nachdem die Trypanosomen völlig unbeweglich geworden sind, Serum bezw. Blut hinzugibt.

Es ist dabei zu bemerken, daß Trypanosomen, die unbeweglich sind, keineswegs tot zu sein brauchen. Die Unbeweglichkeit und der Tod der Trypanosomen sind nicht unbedingt identisch, wenn auch der Beginn des Absterbens durch das Unbeweglichwerden eingeleitet wird[2]).

Es sei hier auf einige Beobachtungen hingewiesen, welche für die Beurteilung der Dauer der Beweglichkeit, wie überhaupt der Lebensfähigkeit der Trypanosomen außerhalb des Tierkörpers von Bedeutung sind.

---

[1]) Die Arbeiten sind im August 1908 begonnen worden und sind noch nicht abgeschlossen. Auch an Spirochäten sind Versuche in ähnlicher Weise festgestellt worden, die augenblicklich noch fortgesetzt werden.

[2]) Es sei darauf hingewiesen, daß sich Beweglichkeit und Infektiosität (Virulenz) nicht entsprechen.

Digitized by Google

Es zeigt sich bei Untersuchungen, daß die Dauer der Beweglichkeit wie auch die Lebensfähigkeit der Trypanosomen außerhalb des Tierkörpers sehr verschieden sein kann. Das hängt in erster Linie davon ab, während welchen Stadiums der Infektion die Parasiten dem Körper entnommen werden. Es kommen hinsichtlich der Dauer der Lebensfähigkeit, namentlich aber der Beweglichkeit der Trypanosomen außerhalb des Tierkörpers Differenzen von Minuten bis zu mehreren Stunden vor. Trypanosomen, welche im Beginn der Infektion dem infizierten Organismus entnommen werden, zeichnen sich durch eine besondere Widerstandsfähigkeit aus. Sie können noch mehrere Stunden nach der Entnahme aus dem Körper, wenn sie bei Zimmertemperatur gehalten werden, gut beweglich sein. Trypanosomen, welche aus einem im weiter fortgeschrittenen Infektionsstadium befindlichen Organismus stammen, sind viel labiler, während Parasiten, die einer infizierten Ratte kurz vor deren an Trypanosomiasis erfolgendem Tode entnommen werden, sich so hinfällig zeigen, daß sie meist nach 10 bis 15 Minuten, manchmal auch schon früher, bei Zimmertemperatur ihre Beweglichkeit eingebüßt haben. Diese Erscheinung zeigt eine gewisse Gesetzmäßigkeit, so daß sich fast regelmäßig aus dem Verhalten der Trypanosomen in vitro ein Schluß auf den Grad der Infektion und die eventuelle Lebensdauer des infizierten Tieres ziehen läßt.

Für derartige Versuche, wie sie nachstehend von mir angestellt sind, ist es deshalb nicht gleichgültig, aus welchen Stadien der Infektion die zur Verwendung kommenden Trypanosomen stammen. Ich habe in der Regel Trypanosomen von solchen Ratten verwendet, deren Tod bald zu erwarten war. Jedenfalls muß man sich vor der Anstellung derartiger Versuche, wie sie nachstehend mitgeteilt werden, um vor Fehlschlüssen geschützt zu sein, in jedem einzelnen Falle über den Grad der Labilität der Trypanosomen genau orientieren.

Wahrscheinlich werden auch bei Trypanosomeninfektionen anderer Tiere die Flagellaten ein entsprechendes Verhalten zeigen. Doch habe ich nach dieser Richtung keine weiteren Erfahrungen gesammelt. Bei der Infektion ganz junger Kaninchen machte ich zum Teil etwas andere Beobachtungen. Werden saugende, etwa 3—5 Tage alte Kaninchen mit großen Mengen (1 bis $1^1/_2$ ccm) stark trypanosomenhaltigen Blutes intraperitoneal infiziert, so tritt eine akute Trypanosomeninfektion des Blutes ähnlich wie bei der Ratte auf. An den Trypanosomen dieses Blutes, das ich zu Anaphylaxieversuchen[1]) verwendete, machte ich zum Teil etwas andere Beobachtungen. Hat das trypanosomeninfizierte Blut junger Kaninchen ein graurotes, fast milchiges Aussehen, so sind die Trypanosomen in diesem „milchigen" Serum" nach der Entnahme meist nur wenig beweglich. Hat das Blut und Serum der jungen Tiere ein klares Aussehen, wie bei den älteren Tieren, so sind die Trypanosomen sehr gut beweglich. Eine bestimmte Erklärung für dieses allerdings nicht in allen Fällen aber sehr oft zu beobachtende Phänomen vermag ich vor der Hand nicht zu geben.

---

[1]) Über diese Versuche, die Herr Geheimrat Uhlenhuth und ich angestellt haben, werde ich an anderer Stelle später berichten.

Von großem Einfluß auf die Lebensfähigkeit und Beweglichkeit der Trypanosomen ist auch die Temperatur, bei der sie gehalten werden. Selbst sehr resistente Trypanosomen werden außerhalb des Tierkörpers bei 37° viel schneller unbeweglich, als bei Zimmertemperatur. Hält man derartige Trypanosomen im Brutschrank bei 37° und nimmt man sie im Moment des Unbeweglichwerdens aus dem Thermostaten heraus, — man darf nicht zu lange warten, da bei 37° dann die Trypanosomen rasch absterben — so kann man nach 5 bis 15 Minuten regelmäßig beobachten, daß sie im Zimmer wieder aufleben und lebhaft beweglich werden.

Ganz ähnlich ist das Verhalten der Trypanosomen bei niederen Temperaturen z. B. im Eisschrank. Hier verlieren die Trypanosomen in der Regel erst nach längerer Zeit ihre Beweglichkeit. Werden sie dann aus dem Eisschrank in das Zimmer gebracht, so werden sie ebenfalls wieder beweglich. Demnach läßt sich die Labilitätsgrenze von Trypanosomen durch Einwirkung niederer Temperaturen herabdrücken. Daß sich Trypanosomen im Eisschrank ziemlich lange lebend erhalten, haben Laveran und Mesnil (zitiert nach Kolle-Wassermann) mitgeteilt.

Umgekehrt können resistente Trypanosomen nicht etwa dadurch hinfälliger gemacht werden, daß sie bis zum Moment des Unbeweglichwerdens im Brutschrank bei 37° gehalten werden. Ursprünglich hatte ich gehofft, wenn mir zu meinen Versuchen keine labilen Trypanosomen zur Verfügung standen, die Parasiten durch Einwirkenlassen von Temperaturen von 37° in ein Stadium der Labilität zu führen. Es hat sich aber gezeigt, daß die resistenten nur bis zum Moment des Unbeweglichwerdens bei 37° gehaltenen Trypanosomen, nachdem zu ihnen frisches Serum, bezw. Blut hinzugegeben war, meist ihre ursprüngliche Lebhaftigkeit wieder erlangten, wenn sie weiterhin bei Zimmertemperatur gehalten wurden. Sie blieben dann fast ebenso lange beweglich, wie wenn sie gar nicht der betreffenden höheren Temperatur ausgesetzt gewesen wären. Im allgemeinen läßt sich durch Eingriffe der geschilderten Art auf die Beweglichkeit der Trypanosomen eine Erhöhung ihrer Labilität nicht erreichen. Demnach kann man durch Einwirkenlassen höherer als Zimmertemperaturen während einer gewissen Zeit die Labilitätsgrenze der Trypanosomen nicht beliebig nach oben verschieben.

Wie erwähnt, habe ich die Versuche anfänglich mit Dourinetrypanosomen ausgeführt. Später konnte ich feststellen, daß auch auf Naganatrypanosomen das Serum, bezw. Blut dieselbe Wirkung ausübt. Bei den nachstehend mitgeteilten Versuchen sind deshalb verschiedentlich Dourine- oder Naganatrypanosomen zur Verwendung gelangt, je nachdem im Laboratorium gerade Dourine- oder Naganatrypanosomen zur Verfügung standen.

Wie sich weiterhin zeigte, konnte die „Wiederbelebung“ der Trypanosomen dadurch beschleunigt werden, daß nach dem Zusetzen des frischen Blutes, bezw. Serums die gemischte Flüssigkeit im Reagenzglas nicht ruhig stehen gelassen, sondern leicht mit der Hand geschüttelt wurde. Je schneller und ausgiebiger die Trypanosomen mit dem frischen Blut oder Serum in Berührung gebracht werden, um so schneller leben sie wieder auf.

Digitized by Google

Fernerhin konnte auch beobachtet werden, daß Trypanosomen länger lebten, wenn öfter frisches Blut oder Serum hinzugefügt wurde.

Das folgende Protokoll veranschaulicht einen derartigen, bei Zimmertemperatur ausgeführten Versuch.

Versuch I.

Am 17. 8. 1908 wird $^1/_2$ ccm frisches, in Natriumzitrat aufgefangenes Dourinerattenblut in ein Reagenzröhrchen gebracht. Die Trypanosomen sind nach $3\,^1/_2$ Stunden fast alle im Begriff, unbeweglich zu werden. Nach 4 Stunden sind sämtliche Trypanosomen unbeweglich. Gleichzeitig wird ein anderes Reagenzröhrchen mit $^1/_2$ ccm des gleichen trypanosomenhaltigen Blutes beschickt, dazu aber sofort $^1/_2$ ccm frisches, normales Rattenblut hinzugegeben. Nach $3\,^1/_2$ Stunden sind die Trypanosomen noch sehr lebhaft beweglich und munter. Nach der $3\,^1/_2$stündigen Beobachtungszeit wird aus diesem Röhrchen $^1/_2$ ccm der trypanosomenhaltigen Flüssigkeit entnommen, in ein anderes Röhrchen pipettiert und zu diesem wiederum $^1/_2$ ccm normales Rattenblut hinzugesetzt. Das Röhrchen bleibt $2\,^1/_2$ Stunden stehen, dann wird $^1/_2$ ccm Flüssigkeit aus ihm in ein anderes Röhrchen pipettiert und hierzu $^1/_2$ ccm normales Rattenblut gegeben. In diesem Röhrchen leben die Trypanosomen noch nach 24 Stunden, aber sie sind allerdings nur noch schwach beweglich. Nachdem zu diesen wenig beweglichen Trypanosomen am 18. 8. 1908, vormittags 1 ccm frisches, normales Rattenblut hinzugesetzt worden war, leben die Trypanosomen erneut wieder auf und sind so munter und beweglich, wie wenn sie eben einem infizierten Organismus entnommen wären. Der Versuch ist dann in derselben Weise bis zum 19. 8. 1908 fortgeführt werden. Am 19. 8. 1908 früh gegen 10 Uhr lebten die Trypanosomen noch. Der Versuch mußte um diese Zeit aus äußeren Gründen abgebrochen werden.

Durch die im Versuche angewandte Technik gelang es, die Trypanosomen ungefähr $50\,^1/_2$ Stunden länger am Leben zu erhalten, als in dem Kontrollröhrchen.

Führte ich den Versuch in ähnlicher Weise, aber nicht bei Zimmertemperatur, sondern im Brutschrank bei 37° aus, so zeigte es sich, daß bei dieser Temperatur die Trypanosomen trotz des Zufügens frischen Blutes oder Serums in kürzerer Zeit unbeweglich werden. Auch ist, um sie beweglich zu erhalten, eine viel häufigere Wiederholung der Blut- bezw. Serumgaben erforderlich, da sich anscheinend die Lebensprozesse der Trypanosomen bei 37° viel energischer und schneller abspielen als bei Zimmertemperatur. Eine ausführliche Beschreibung eines derartigen Versuches gibt das nachstehende Protokoll.

Versuch II.

Am 18. 8. 1908 werden Röhrchen 1 und 2 mit je 1 ccm Dourinerattenblut beschickt. Nach $^1/_2$stündigem Aufenthalt im Brutschrank bei 37° sind die Trypanosomen unbeweglich.

In Röhrchen 3 wird gleichzeitig 1 ccm des gleichen trypanosomenhaltigen Rattenblutes und 2 ccm normales, frisches, defibriniertes Rattenblut eingebracht. Nach $^1/_2$stündigem Aufenthalt bei 37° sind einige der Trypanosomen unbeweglich, die anderen lebend und beweglich. Es wird jetzt $^1/_2$ ccm frisches, normales, defibriniertes, kurze Zeit bei 37° gehaltenes Rattenblut hinzugegeben. Die Trypanosomen leben sofort wieder auf. Erst nachdem das Röhrchen 3 weiterhin während $2\,^1/_2$ Stunden bei 37° gehalten worden war, sind auch in ihm alle Trypanosomen unbeweglich.

Ebenso wie defibriniertes Rattenblut wirkt — worauf ich schon hinwies — auch defibriniertes Pferdeblut auf Trypanosomen. Das geht aus folgendem bei Zimmertemperatur angestellten Versuch hervor.

Digitized by Google

Versuch III.

Am 20. 8. 1908 wird $^3/_4$ ccm Dourinerattenblut in ein Reagenzglas pipettiert und dazu werden ungefähr alle Viertelstunden mittels automatischer Tropfvorrichtung 3 Tropfen frisches, normales Rattenblut — im ganzen wird auf diese Weise das Blut von drei Ratten, za. 12 ccm — gegeben. Der Versuch ist von 2 Uhr nachmittags bis abends 12 Uhr ausgeführt worden. Um 12 Uhr nachts waren die Trypanosomen sehr lebhaft beweglich. Während des übrigen Teiles der Nacht wurde frisches Blut nicht mehr hinzugesetzt. Am 21. 8. 1908 früh um 10 Uhr sind die Trypanosomen schwach beweglich. Nachdem um 11 Uhr 2 ccm frisches, defibriniertes Pferdeblut zugegeben war, erlangen die Trypanosomen ihre ursprüngliche Beweglichkeit wieder. Da sie aber durch die reichlichen Blutgaben auf eine große Flüssigkeitsmenge verteilt waren und ihr mikroskopischer Nachweis deshalb nicht mehr in jedem Präparat gelang, wurde nunmehr der Versuch abgebrochen.

Da auch mit dem Pferdeblut die „Wiederbelebung" der Trypanosomen erzielt werden konnte, so nahm ich Veranlassung, eingehender die Sera, bezw. das Blut verschiedener Tiere daraufhin zu untersuchen.

Versuch IV.

Am 21. 8. 1908 werden 7 Reagenzröhrchen mit je $^2/_{10}$ ccm Dourinerattenblut beschickt. Die Reagenzgläser werden zunächst ruhig stehen gelassen, bis die Trypanosomen unbeweglich werden. Die Trypanosomen waren von einer hochinfizierten Ratte entnommen, infolgedessen wurden sie nach 35 Minuten langem Stehen unbeweglich. In 6 der Gläschen wird jetzt je $^1/_2$ ccm defibriniertes Pferdeblut, Eselblut, Ziegenblut, ferner frisches Pferde-, Esel- und Ziegenserum hinzupipettiert. Das siebente Röhrchen diente als Kontrolle (ohne Serumzusatz). In gleicher Weise wird zu Röhrchen 1—6 Blut bezw. Serum im ganzen siebenmal hinzugefügt. Folgende Tabelle veranschaulicht den Versuch teilweise.

Tabelle zu

			10 Minuten nach der Blut- bezw. Serumgabe I	25 Minuten nach der Blut- bezw. Serumgabe I	30 Minuten nach der Blut- bezw. Serumgabe I hinzugesetzt (Blut- bezw. Serumgabe II)
1. $^2/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	35 Minuten stehen gelassen, bis die Trypanosomen anfangen, unbeweglich zu werden. Hierauf zugesetzt:	+ $^1/_2$ ccm Pferdeblut	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	+ $^1/_2$ ccm Pferdeblut
2. desgl.		+ $^1/_2$ „ Eselblut	„	„	+ $^1/_2$ „ Eselblut
3. desgl.		+ $^1/_2$ „ Ziegenblut	„	„	+ $^1/_2$ „ Ziegenblut
4. desgl.		+ $^1/_2$ „ Pferdeserum	„	„	+ $^1/_2$ „ Pferdeserum
5. desgl.		+ $^1/_2$ „ Eselserum	„	„	+ $^1/_2$ „ Eselserum
6. desgl.		+ $^1/_2$ „ Ziegenserum	„	„	+ $^1/_2$ „ Ziegenserum
7. desgl.		—	Viele Trypanosomen sind unbeweglich, die anderen wenig beweglich	Fast alle Trypanosomen unbeweglich, einzelne noch zuckend	—

Der Versuch wurde in dieser Weise einige Stunden an demselben Tage hindurch fortgesetzt mit dem Erfolge, daß die Trypanosomen in allen Röhrchen, denen Blut bezw. Serum hinzugesetzt war, eine gleichlange Zeit beweglich blieben. Am 22. 8. 1908 früh um 8 Uhr werden nochmals in die 6 Reagenzgläser, in denen jetzt die Trypanosomen nur wenig beweglich sind, je $^1/_2$ ccm der entsprechenden Flüssigkeiten zupipettiert. Hiernach werden die Trypanosomen wieder sehr lebhaft beweglich, allerdings sind sie infolge der Verteilung auf die größere Flüssigkeitsmenge nur bei sehr genauer Untersuchung mehrerer Präparate aufzufinden. Da die Trypanosomen nur noch vereinzelt gefunden werden, wird der Versuch abgebrochen.

Aus diesem Versuch folgt, daß die Blutarten bezw. Sera, welche verwendet worden waren, auf die Trypanosomen anscheinend wohl gleichmäßig „wiederbelebend" und „lebensverlängernd" wirken.

Versuch V.

Zu dem gleichen Resultat führte ein am 22. 8. 1908 in ähnlicher Weise, ebenfalls bei Zimmertemperatur ausgeführter Versuch, zu welchem defibriniertes Hammelblut, Schweineblut, Gänseblut, Hammelserum, Schweineserum und Gänseserum verwendet wurde. Der Versuch wird gegen 3 Uhr nachmittags, als die Trypanosomen im Reagenzglas fast völlig unbeweglich sind, begonnen und alle halbe Stunde wird $^1/_2$ ccm der entsprechenden Flüssigkeiten in die betreffenden Reagenzröhrchen pipettiert, was am 22. 8. 1908 zum letzten Mal um 5 Uhr nachmittags geschieht. Um 3 $^1/_2$ Uhr sind die Trypanosomen im Kontrollröhrchen, in dem sie sich in der entsprechenden Menge physiologischer Kochsalzlösung befanden, unbeweglich.

In allen übrigen Röhrchen waren die Trypanosomen nach Zusatz der Sera anfänglich gleichmäßig beweglich. Am 23. 8. 1908 früh um 9 Uhr sind sie im Schweineblut bezw. Schweineserum, im Hammelblut bezw. Hammelserum wenig beweglich, dagegen im Gänseblut bezw. Gänseserum auffallend lebhaft beweglich. Um 5 Uhr nachmittags des gleichen Tages werden sie nur noch vereinzelt im Gänseblut, Hammelblut und Gänseserum sehr schwach beweglich gefunden. Um diese Zeit wird nochmals je $^1/_2$ ccm von den entsprechenden Flüssigkeiten zu den Trypanosomen in dem Röhrchen gegeben, wonach die Parasiten ihre ursprüngliche Beweglichkeit wieder erlangen. Am 24. 8. 1908 früh um $^1/_2$ 9 Uhr werden im Hammelblut Trypanosomen nicht gefunden, in den anderen Flüssigkeiten, besonders im Gänseserum und Gänseblut sind die Trypanosomen beweglich. Ihre ursprüngliche Beweglichkeit stellt sich wieder ein, nachdem nochmals $^1/_2$ ccm der verschiedenen Flüssigkeiten zu den Trypanosomen gegeben war. Die Beobachtungen sind nicht weiter fortgesetzt, weil der Nachweis der Trypanosomen nur noch vereinzelt gelang[1]).

Im allgemeinen zeitigte dieser Versuch dasselbe Ergebnis wie der vorstehend geschilderte.

Versuch IV.

30 Minuten nach der Blut- bezw. Serumgabe II	30 Minuten nach der Blut- bezw. Serumgabe II hinzugesetzt	Blut- bezw. Serumgabe III	65 Minuten nach der Blut- bezw. Serumgabe III	70 Minuten nach der Blut- bezw. Serumgabe III hinzugesetzt	Blut- bezw. Serumgabe IV	30 Minuten nach der Serumgabe IV
sehr lebhaft beweglich	+ $^1/_2$ ccm Pferdeblut		sehr lebhaft beweglich	+ $^1/_2$ ccm Pferdeblut		sehr lebhaft beweglich
"	+ $^1/_2$ " Eselblut		"	+ $^1/_2$ " Eselblut		"
"	+ $^1/_2$ " Ziegenblut		"	+ $^1/_2$ " Ziegenblut		"
"	+ $^1/_2$ " Pferdeserum		"	+ $^1/_2$ " Pferdeserum		"
"	+ $^1/_2$ " Eselserum		"	+ $^1/_2$ " Eselserum		"
"	+ $^1/_2$ " Ziegenserum		"	+ $^1/_2$ " Ziegenserum		"
unbeweglich	—		—	—		—

Versuch VI.

Ein anderer Versuch, in welchem außer den bereits untersuchten, noch mehrere andere Sera hinsichtlich ihrer Wirkung auf Trypanosomen geprüft wurden, ist am 26. 8. 1908 bei Zimmertemperatur ausgeführt worden. Zu je $^1/_{10}$ ccm Dourinerattenblut wird je $^1/_2$ ccm eines bestimmten Serums hinzugefügt. Die folgende Tabelle veranschaulicht die Einzelheiten des Versuchs.

[1]) Es sei bemerkt, daß diese sowie die später mit Leberbouillon experimentell festgestellten Tatsachen für Züchtungsversuche der Trypanosomen in vitro verwendet worden sind. Ebenso ist das eigenartige Verhalten des Gänseserums zum Gegenstand weiterer Untersuchungen gemacht werden. Die Untersuchungen sind noch nicht zu Ende geführt.

	$^{1}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut											
	+ $^{1}/_{2}$ ccm Schweineserum	+ $^{1}/_{2}$ ccm Hammelserum	+ $^{1}/_{2}$ ccm Ziegenserum	+ $^{1}/_{2}$ ccm Rinderserum	+ $^{1}/_{2}$ ccm Pferdeserum	+ $^{1}/_{2}$ ccm Gänseserum	+ $^{1}/_{2}$ ccm Hühnerserum	+ $^{1}/_{2}$ ccm Eselserum	+ $^{1}/_{2}$ ccm Kaninchenserum	+ $^{1}/_{2}$ ccm Affenserum	+ $^{1}/_{2}$ ccm Rattenserum	+ $^{1}/_{2}$ ccm 0,85 %ige NaCl-Lösung
$^{3}/_{4}$ Stunden nach Beginn des Versuchs	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebend
$1^{1}/_{2}$ Stunden nach Beginn des Versuchs	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	unbeweglich
4 Stunden nach Beginn des Versuchs	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	—
8 Stunden nach Beginn des Versuchs	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	—
18 Stunden nach Beginn des Versuchs	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbeweg lich	—

Die Trypanosomen lebten also unter dem Einfluß der einzelnen Sera $6^{1}/_{2}$ Stunden länger als in dem Kontrollröhrchen.

Auch dieser Versuch bestätigt die früheren Beobachtungen und zeigt ferner, daß auch Ziegen-, Rinder, Hühner-, Kaninchen- und Affenserum „lebensverlängernd“ bezw. „wiederbelebend“ auf Trypanosomen wirkt.

Daß sich Naganatrypanosomen in dieser Beziehung ebenso verhalten wie Dourinetrypanosomen, was ich bereits erwähnte, geht aus folgendem Versuch hervor.

Versuch VII.

Zu je $^{1}/_{10}$ ccm Naganarattenblut wird am 26. 9. 1908 je $^{1}/_{2}$ ccm Serum vom Schwein, Hammel, Rind, Pferd, Huhn, Esel, Kaninchen, Affen, von der Ziege, Gans, Ratte hinzugesetzt.

	$^{1}/_{10}$ ccm Naganarattenblut + $^{1}/_{2}$ ccm Serum											Kontrolle $^{1}/_{10}$ ccm Naganarattenblut + $^{1}/_{2}$ ccm 0,85 %ige NaCl-Lösung
	vom Schwein	vom Hammel	von der Ziege	vom Rind	vom Pferd	von der Gans	vom Huhn	vom Esel	vom Kaninchen	vom Affen	von der Ratte	
$^{3}/_{4}$ Stunden nach Beginn des Versuchs	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebhaft bewegl.	lebend
$1^{1}/_{2}$ Stunden nach Beginn des Versuchs	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	unbeweglich
4 Stunden nach Beginn des Versuchs	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	—
8 Stunden nach Beginn des Versuchs	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	—
18 Stunden nach Beginn des Versuchs	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	unbe weglich	unbeweglich	—

Digitized by Google

Wie aus der Zusammenstellung ersichtlich ist, lebten die Naganatrypanosomen, denen Serum zugefügt war, $6^1/_2$ Stunden länger als die in der Kochsalzkontrolle befindlichen Trypanosomen.

Es ergibt sich, daß die verwendeten Sera gleichmäßig „lebensverlängernd" bezw. wiederbelebend für Naganatrypanosomen wirken.

Erwähnt sei auch, daß in anderen Versuchen Menschenserum dieselben Eigenschaften aufwies.

Bei allen diesen Versuchen, welche noch öfter mit geringen Modifikationen wiederholt wurden, ließ sich immer wieder feststellen, daß die Blut- oder die Serumarten sowohl für Dourine- als auch für Naganatrypanosomen stets eine „wiederbelebende" und „lebensverlängernde" Wirkung ausübten.

Es war die Frage zu beantworten, worauf diese Wirkung beruhte.

Um hierüber Klarheit zu erhalten, suchte ich zunächst zu ermitteln, wie sich die Verreibungen verschiedener Organe in dieser Hinsicht verhielten.

Versuch VIII.

Am 1. 9. 1908 wurden Stückchen — im ganzen ungefähr immer je 1 g — der quer gestreiften Körpermuskulatur, der Lunge und Leber einer normalen Ratte in etwa 0,85 %iger NaCl-Lösung im Mörser — jedes Organ für sich — verrieben. Von diesen Organemulsionen werden ungefähr je $^1/_{10}$ ccm in je 1 Röhrchen mit je $^1/_{10}$ ccm Dourinerattenblut zusammengebracht.

	$^1/_{10}$ ccm Dourinerattenblut			
	+ $^1/_{10}$ ccm Lungenbrei	+ $^1/_{10}$ ccm Leberbrei	+ $^1/_{10}$ ccm Muskelbrei	+ $^1/_{10}$ ccm 0,85 %ige NaCl-Lösung
45 Minuten nach Beginn des Versuchs	lebend	sehr lebhaft beweglich	lebend	lebend
1 Stunde 15 Min. nach Beginn des Versuchs	fast alle Trypanosomen unbeweglich, einige zuckend	„	fast alle Trypanosomen unbeweglich, einige zuckend	sehr wenig beweglich
2 Stunden nach Beginn des Versuchs	unbeweglich	„	unbeweglich	unbeweglich
4 Stunden nach Beginn des Versuchs	„	**lebend**	„	„

4 Stunden nach Beginn des Versuches waren die Trypanosomen nur in dem Leberbrei lebend, während sie bereits 2 Stunden nach Ansetzen des Versuches im Lungen- und Muskelbrei und in der Kochsalzlösung unbeweglich waren.

In diesem Versuch zeigte sich somit, daß der Leberbrei im Gegensatz zum Lungen- und Muskelbrei ebenfalls eine auffallende, ausgesprochene lebensverlängernde Wirkung auf Trypanosomen ausübte.

Um festzustellen, ob bei Organverreibungen von Kaninchen etwas Ähnliches zu beobachten ist, untersuchte ich diese und benutzte in dem Versuch Naganatrypanosomen.

Versuch IX.

Am 3. 9. 1908 werden 1 g Lunge, 1 g quergestreifte Körpermuskulatur, 1 g Leber von einem normalen Kaninchen im Mörser in je 10 ccm 0,85 %iger NaCl-Lösung verrieben. Hiernach wird von jeder Emulsion je 1 ccm mit $^2/_{10}$ ccm Naganarattenblut in je 1 Reagenzröhrchen gemischt.

Digitized by Google

	$^2/_{10}$ ccm Naganarattenblut			
	+ 1 ccm Muskelbrei	+ 1 ccm Leberbrei	+ 1 ccm Lungenbrei	+ 1 ccm 0,85 %ige NaCl-Lösung (Kontrolle)
10 Minuten nach Beginn des Versuchs	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich
1 Stunde 10 Minuten nach Beginn des Versuchs	wenig beweglich	„	wenig beweglich	die meisten Trypanosomen unbeweglich, die anderen zuckend
2 Stunden 10 Minuten nach Beginn d. Versuchs	unbeweglich	lebhaft beweglich	unbeweglich	unbeweglich

Während die Trypanosomen 2 Stunden nach dem Beginn des Versuches nur noch im Leberbrei lebhaft beweglich sind, sind sie im Muskel- und Lungenbrei, ebenso in der Kochsalzkontrolle unbeweglich.

Auch dieser Versuch lieferte das auffallende Ergebnis, daß der Leberbrei gegenüber den anderen Organverreibungen eine deutlich ausgesprochene lebensverlängernde Wirkung ausübte.

Versuch X.

Zu einem ähnlichen Versuch wird ein normales Kaninchen entblutet, sein Serum durch Zentrifugieren gewonnen. Je 1 g Leber, 1 g Niere, 1 g Darmlymphknoten, 1 g Gehirn, 1 g Herzmuskel, die beiden Nebennieren, die beiden Augenlinsen dieses Tieres, außerdem je 1 g Pankreas und die beiden Nebennieren eines an Schweinepest eingegangenen Ferkels in je 10 ccm physiologischer Kochsalzlösung im Mörser zerrieben, mit Ausnahme der beiden Kaninchenlinsen und Kaninchennebennieren, welche in je 5 ccm derselben Kochsalzlösung zerrieben wurden. Von diesen Emulsionen wird je $^1/_{10}$ ccm mit je $^1/_{10}$ ccm Naganarattenblut, ferner von dem erhaltenen Kaninchenserum 1 ccm mit $^2/_{10}$ ccm des gleichen Rattenblutes im Reagenzglas zusammengebracht. Der Versuch wird bei Zimmertemperatur ausgeführt.

		$^1/_{10}$ ccm Naganarattenblut									
	$^2/_{10}$ ccm Naganarattenblut + 1 ccm Kaninchenserum	+ $^1/_{10}$ ccm Leberbrei	+ $^1/_{10}$ ccm Nierenbrei	+ $^1/_{10}$ ccm Darmlymphknotenbrei	+ $^1/_{10}$ ccm Gehirnbrei	+ $^1/_{10}$ ccm Herzmuskelbrei	+ $^1/_{10}$ ccm Kaninchennebennierenbrei	+ $^1/_{10}$ ccm Kaninchenaugenlinsenbrei	+ $^1/_{10}$ ccm Pankreasbrei vom Schweinepestferkel	+ $^1/_{10}$ ccm Nebennierenbrei vom Schweinepestferkel	+ $^1/_{10}$ ccm 0,85 %ige NaCl-Lösung (Kontrolle)
10 Minuten n. Ansetzen des Versuchs	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich
1 Stunde nach Beginn des Versuchs	„	„	wenig beweglich	wenig beweglich	wenig beweglich	unbeweglich	wenig beweglich	wenig beweglich	wenig beweglich	wenig beweglich	fast alle Trypanosomen unbeweglich, die anderen zuckend
3 Stunden nach Beginn des Versuchs	„	„	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich	—	unbeweglich	fast alle Trypanosomen unbeweglich, einzelne zuckend	unbeweglich	unbeweglich	unbeweglich

Digitized by Google

Demnach waren die Trypanosomen 3 Stunden nach Beginn des Versuches in der Kochsalzkontrolle, im Nieren-, Darmlymphknoten-, Gehirn-, Herzmuskel-, Nebennieren-, Augenlinsen- und Pankreasbrei unbeweglich, während sie im Serum und im Leberbrei sehr lebhaft beweglich waren. Es sei bemerkt, daß ein geringer Unterschied zwischen der Kontrolle und den Organverreibungen — ausgenommen Leber und Serum — insofern bestand, als die Trypanosomen in den Emulsionen besser beweglich waren als in der Kochsalzlösung. Diese Tatsache findet wohl darin ihre Erklärung, daß in den Organverreibungen noch etwas Serum enthalten ist, welches seine Wirkung entfaltet.

Im übrigen zeigt auch dieser Versuch wiederum, daß nur dem Serum und der Leber eine erhebliche lebensverlängernde Wirkung zukommt.

Auffallend ist, daß die Trypanosomen in dem Herzmuskelbrei verhältnismäßig schnell unbeweglich werden. Es ist das aber ein Befund, der bei Wiederholungen dieses Versuches nicht wieder erhoben werden und somit auch nicht näher aufgeklärt werden konnte.

Es war noch festzustellen, welche Wirkungen dem Knochenmark und der Milz vom Kaninchen in dieser Hinsicht zukamen.

Versuch XI.

Am 11. 9. 1908 wird ein Versuch bei Zimmertemperatur ausgeführt. Je 1 g Kaninchenknochenmark und je 1 g Kaninchenmilz werden mit je 10 ccm 0,85 %iger NaCl-Lösung im Mörser zerrieben. Von diesen Emulsionen wird je $^1/_2$ ccm mit $^1/_{10}$ ccm Dourinerattenblut zusammengebracht. Während die Trypanosomen noch 3 Stunden nach Beginn des Versuches in diesem Röhrchen wenig beweglich und nach 4 Stunden unbeweglich sind, zeigen Trypanosomen in einem Kontrollröhrchen, in welchem $^1/_{10}$ ccm des gleichen trypanosomenhaltigen Rattenblutes mit $^1/_2$ ccm physiologischer Kochsalzlösung vermischt waren, bereits nach 2 Stunden keine Bewegungserscheinungen.

Auch in diesem Versuch erklärt sich das längere Beweglichbleiben der Trypanosomen in den Organemulsionen durch den Serumgehalt der zerriebenen Organe.

In anderen Versuchen, deren ausführliche Wiedergabe sich wohl erübrigen dürfte, wurde fernerhin festgestellt, daß der Eierstock, der Eileiter, der Uterus und der Hoden vom Kaninchen einen nennenswerten, lebensverlängernden Einfluß im Vergleich zur Leber auf Trypanosomen nicht ausübten.

Es hatte sich somit bei allen bisherigen Versuchen übereinstimmend ergeben, daß nur dem **Serum** und der **Leber** eine **erhebliche „lebensverlängernde“ Wirkung für Trypanosomen** zukommt.

Für die weiteren Arbeiten auf diesem Gebiet erschien es zwecks Gewinnung eines ausgiebigen Materials wertvoll, festzustellen, ob auch die Leber größerer Tiere, z. B. des Rindes in einer den bisherigen Versuchsergebnissen entsprechenden Weise lebensverlängernd wirkte.

Versuch XII.

Am 4. 9. 1908 wird 1 g Rinderleber in 10 ccm 0,85 %iger NaCl-Lösung zerrieben und hiernach 1 Tag im Eisschrank aufbewahrt. Am 5. 9. 1908 wird $^1/_2$ ccm der Leberemulsion mit $^1/_{10}$ ccm Naganarattenblut gemischt. Zur Kontrolle wird die gleiche Menge des trypanosomenhaltigen Rattenblutes in $^1/_2$ ccm physiologischer Kochsalzlösung gebracht. In dieser sind die Trypanosomen

3 Stunden nach Beginn des Versuches, der bei Zimmertemperatur ausgeführt wird, unbeweglich, während sie im Rinderleberbrei noch nach 5 Stunden lebhaft beweglich sind.

Demnach wirkt auch die Rinderleber „lebensverlängernd". Der Versuch hatte aber auch zugleich das Ergebnis gezeitigt, daß die Leber ihre „lebensverlängernde" Wirkung während eines eintägigen Aufenthaltes im Eisschrank nicht einbüßt.

Nach alledem nimmt die Leber und das Serum gegenüber den anderen von mir untersuchten Organen des Körpers bezüglich ihrer Wirkung auf Trypanosomen eine Sonderstellung ein. Es scheinen in der Leber Stoffe enthalten zu sein, welche auf die Trypanosomen einen mobilisierenden und lebensverlängernden Einfluß ausüben. Ob diese Stoffe in der Leber entstehen und erst sekundär in das Blut übertreten oder ob sie von vornherein im Serum enthalten sind, möchte ich zunächst dahingestellt sein lassen. Jedenfalls kommt den anderen, von mir untersuchten Organen im allgemeinen eine erhebliche lebensverlängernde Wirkung im Vergleich zur Leber nicht zu. Wenn gelegentlich einmal auch andere Organe einen geringen Einfluß auf die Lebensdauer der Trypanosomen ausüben, so ist das wohl, wie schon erwähnt, auf den jeweiligen Serumgehalt der betreffenden Organverreibung zurückzuführen.

Versuche über die Natur der „lebensverlängernden" bezw. „wiederbelebenden" Stoffe.

Um über die Beschaffenheit der auf Trypanosomen „lebensverlängernd" wirkenden Stoffe näheren Aufschluß zu gewinnen, versuchte ich zunächst festzustellen, ob diese Substanzen der Leber und des Serums vom Sauerstoffgehalt des Blutes abhängig, ob sie hitzebeständig sind, ob sie das Eintrocknen ertragen, ferner ob sie einen längeren Aufenthalt im Eisschrank überdauern und wie eine längere Aufbewahrung im Brutschrank bei 37° auf sie einwirkt.

Versuch XIII.

Es soll hier zunächst kurz auf einen Versuch hingewiesen werden, den ich früher als die anderen Versuche von dem Gedanken ausgehend angestellt habe, daß die geringe, im Serum vorhandene Menge von Sauerstoff von Einfluß auf die lebensverlängernde Wirkung des Serums war.

Es wird in ein Reagenzröhrchen, in dem sich 1 ccm Dourinerattenblut befindet, reiner Sauerstoff aus einer Sauerstoffbombe geleitet, so daß das Blut längere Zeit eine hellrote Farbe beim Aufenthalt im Zimmer beibehielt. Die Trypanosomen waren 1 Stunde nach Beginn des Versuches unbeweglich, während Trypanosomen, die sich in einem unter den gewöhnlichen Bedingungen gehaltenen Kontrollröhrchen befanden, noch ihre Beweglichkeit bewahrt hatten. Eine lebensverlängernde Wirkung des Sauerstoffes konnte nicht erwiesen werden. Die angewandte Sauerstoffspannung war sehr hoch, Versuche mit geringeren Sauerstoffspannungen wurden nicht ausgeführt.

Versuch XIV.

Um die Koktostabilität der lebensverlängernden Stoffe festzustellen, wird am 3. 9. 1908 1 g normaler Kaninchenleber in etwas physiologischer Kochsalzlösung 5 Minuten lang aufgekocht, dann im Mörser zerrieben und noch soviel Kochsalzlösung zugegeben, daß die Flüssigkeitsmenge im ganzen 10 ccm beträgt. Von dieser Emulsion wird $^1/_{10}$ ccm mit $^1/_{10}$ ccm Naganarattenblut und zur Kontrolle $^1/_{10}$ ccm 0,85 %iger Kochsalzlösung mit $^1/_{10}$ ccm von demselben Rattenblut gemischt. Außerdem wird zur Kontrolle von derselben normalen, rohen Kaninchenleber 1 g in physiologischer

Digitized by Google

Kochsalzlösung im Mörser zerrieben. Von dieser Emulsion wird ebenfalls $^1/_{10}$ ccm mit $^1/_{10}$ ccm von dem bereits erwähnten Naganarattenblut hinzugesetzt. Der Versuch wird bei Zimmertemperatur ausgeführt.

	$^1/_{10}$ ccm Naganarattenblut		
	+ $^1/_{10}$ ccm roher Leberemulsion	+ $^1/_{10}$ ccm gekochter Leberemulsion	$^1/_{10}$ ccm 0,85 $^0/_0$ iger NaCl-Lösung (Kontrolle)
10 Minuten nach Beginn des Versuchs	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich
1 Stunde nach Beginn des Versuchs	„	„	die meisten Trypanosomen unbeweglich, die anderen sehr wenig beweglich
3 Stunden nach Beginn des Versuchs	„	„	unbeweglich

Die rohe und die gekochte Leberemulsion wirkten in diesem Versuch gleichmäßig lebensverlängernd.

Demnach ist anzunehmen, daß die fraglichen Stoffe in der Leber „koktostabil“ sind.

Stand der „lebensverlängernde“ Stoff des Serums mit dem der Leber in Beziehung, so war zu erwarten, daß auch die betreffenden Stoffe des Serums hitzebeständig sind.

In der Tat zeigte ein am 5. 9. 1908 angestellter orientierender Versuch, daß dies der Fall ist.

Versuch XV.

Am 7. 9. 1908 wurden 5 ccm frisches Kaninchenserum 5 Minuten lang auf 100° erhitzt. Von dem geronnenen Serum wird 1 g abgewogen und dieses in 1 ccm physiologischer Kochsalzlösung im Mörser verrieben. Gleichzeitig wird auch Kaninchenleber gekocht und 1 g in 5 ccm physiologischer Kochsalzlösung, außerdem 1 g rohe Kaninchenleber in ebensoviel Kochsalzlösung verrieben. Hierauf wird die Wirkung der gekochten und rohen Leber, ebenso des erhitzten und rohen Serums auf Naganatrypanosomen geprüft, indem je 1 ccm der Emulsion bezw. 1 ccm rohes Serum mit je $^2/_{10}$ ccm Naganarattenblut im Reagenzglas bei Zimmertemperatur zusammengebracht werden.

In den Kontrollröhrchen, in denen sich die Trypanosomen in 0,85 $^0/_0$ iger Kochsalzlösung befinden, sind die Trypanosomen nach 40 Minuten unbeweglich, während sie in den rohen und gekochten Organen noch nach 4 Stunden lebhaft beweglich sind.

Demnach sind die „lebensverlängernden“ Stoffe des Serums ebenfalls koktostabil und sie verhalten sich in dieser Beziehung ebenso wie die der Leber. Allerdings muß zur Erzielung eines derartigen Ausfalles des vorstehenden Versuches stets nur die feste, geronnene Masse des Serums verwendet werden.

Was die Haltbarkeit der Stoffe anbelangt, so habe ich in dieser Richtung Versuche bei niederer Temperatur im Eisschrank bei ca. 6° angestellt.

Versuch XVI.

Kaninchenorganemulsionen werden roh und gekocht — je 1 g Substanz in 10 ccm 0,85 $^0/_0$ iger NaCl-Lösung — verrieben und dann 3—4 Tage, in einem Falle auch Kaninchenserum 7 Tage lang im Eisschrank aufbewahrt. Je $^1/_2$ ccm der Emulsionen werden hiernach mit je $^2/_{10}$ ccm Naganarattenblut gemischt. Die Mischungen werden bei Zimmertemperatur gehalten und die in ihnen vorhandenen Trypanosomen auf ihre Beweglichkeit von Zeit zu Zeit untersucht. Während

die Trypanosomen, die sich nur in physiologischer Kochsalzlösung zur Kontrolle befinden, 3 Stunden nach Beginn des Versuches unbeweglich sind, leben die Trypanosomen in den im Eisschrank aufbewahrt gewesenen, rohen und gekochten Leberemulsionen noch 10 Stunden nach Beginn des Versuches. Länger wurde die Beobachtungszeit nicht ausgedehnt. In den Emulsionen der anderen Organe sind die Trypanosomen 3 Stunden nach Beginn des Versuches unbeweglich.

Es ergibt sich somit, daß die 3, 4 und 7 Tage im Eisschrank aufbewahrten, rohen und gekochten Leber- und Serumemulsionen die „lebensverlängernde" Wirkung ungeschwächt entfalten können.

Die Emulsionen der anderen Organe — ausgenommen die Herzmuskelemulsion, über die noch nachstehend berichtet wird — wirkten im Verhältnis zur Leber und Serumemulsion auch nach mehrtägigem Aufenthalte im Eisschrank weder „lebensverlängernd" noch immobilisierend für Trypanosomen.

Nebenbei sei hier bemerkt, daß die in dem vorstehenden Versuch benutzte, 3 Tage auf Eis aufbewahrte Kaninchenherzmuskelemulsion auf die zugesetzten Trypanosomen derartig wirkte, daß sie fast momentan unbeweglich wurden. Worauf diese Wirkung beruhte, läßt sich nicht bestimmt sagen. Ich möchte aber annehmen, daß Fäulnisvorgänge in diesem Falle als Ursache der eigenartigen Wirkung anzusehen sind. Denn die Herzmuskelemulsion hatte nach $^1/_2$stündigem Stehen im Zimmer eine grüngraurote Farbe angenommen, was ebenso wie der Geruch für die eingetretene Fäulnis sprach. Die anderen Organemulsionen veränderten während des Stehens im Zimmer ihre gewöhnliche, normale Farbe nicht.

Daß die Leber und das Serum auch im angetrockneten Zustand ihre Wirksamkeit behalten, lehrt der folgende Versuch.

Versuch XVII.

Am 11. 9. 1908 wird etwas Pferdeserum, das in ganz dünner Schicht während 5 Tage auf Petrischalen angetrocknet war, in etwa 0,85 %iger NaCl-Lösung verrieben und dazu $^1/_{10}$ ccm Dourinerattenblut hinzugesetzt. In dem Kontrollröhrchen, in dem sich $^1/_{10}$ ccm von demselben trypanosomenhaltigen Blut befand, sind die Trypanosomen nach 2 Stunden unbeweglich, während sie in dem Röhrchen, welches das angetrocknete und in physiologischer Kochsalzlösung verriebene Pferdeserum enthielt, beweglich waren.

Auch Versuche mit während mehrerer Tage angetrockneter Leber zeitigten das gleiche Resultat, hervorheben möchte ich, daß die Leber in so dünner Schicht angetrocknet war, daß sie beim Abnehmen von der Petrischale wie Glas zerbrach. Auch die innersten Schichten des getrockneten Lebermaterials waren absolut trocken.

Der Ausfall dieser Experimente gab Veranlassung, zu untersuchen, ob sich die „lebensverlängernden" Stoffe in Leber und Serum, die angetrocknet und hiernach längere Zeit aufbewahrt waren, erhalten hatten.

Versuch XVIII.

Zu diesem Versuch wurden folgende Organe verwendet:

1. Die Leber eines an Schweinepest verendeten Ferkels (Nr. 234), welche gut zerkleinert, während 48 Stunden bei 37° in sehr dünner Schicht angetrocknet und hiernach 1 Jahr 6 Monate vor Licht geschützt in einem Schrank bei Zimmertemperatur aufbewahrt worden war.

2. Angetrocknetes Rinderserum, welches ca. 2 Jahre alt war.
3. Angetrocknetes Ziegenserum, welches ca. 4 Jahre alt war.
4. Angetrocknetes Rinderserum vom 1. 3. 1905.
5. Angetrocknetes Pferdeserum, das ca. 2 Jahre alt war.
6. Angetrocknetes Kamelserum, welches ca. 4 Jahre alt war.
7. Angetrocknetes Schweineserum, das ungefähr 4 Jahre alt war.
8. Angetrocknetes Hammelserum, das ca. 4 Jahre alt war.

Von der Leber des an Schweinepest erkrankt gewesenen Ferkels wird 1 g im Mörser zu einer pulverisierten Masse verrieben und in 10 ccm 0,85 %iger NaCl-Lösung aufgeschwemmt. Diese Leberaufschwemmung bleibt 5 Tage im Eisschrank stehen. Hiernach wird die Flüssigkeit, da sie sauer reagiert, solange mit Normalkalilauge versetzt, bis sie gegen Lackmus neutral bis leicht alkalisch reagiert. In diesem Zustand wird die Leberaufschwemmung zu dem in der nachfolgenden Tabelle wiedergegebenen Versuch in einer Menge von $^{1}/_{2}$ ccm verwendet.

Von den angetrockneten Sera wird je 1 g für sich allein im Mörser zerrieben und hiernach in 10 ccm 0,85 %iger NaCl-Lösung aufgeschwemmt. Die Aufschwemmungen bleiben 5 Tage im Eisschrank stehen. Das angetrocknete Serum hat sich nach dieser Zeit nicht gut gelöst; denn am Boden der Reagenzröhrchen finden sich die gequollenen Serumpartikel, über denen die fast völlig klare Kochsalzlösung steht. Von diesen Serumaufschwemmungen wird je $^{1}/_{2}$ ccm zu dem bei Zimmertemperatur ausgeführten Versuch verwendet.

Je $^{2}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut werden zu den einzelnen Flüssigkeitsmengen hinzugegeben.

	Zu Beginn des Versuchs	1 Stunde nach Beginn des Versuchs	$2^{3}/_{4}$ Stunden nach Beginn des Versuchs	$3^{3}/_{4}$ Stunden nach Beginn des Versuchs
$^{1}/_{2}$ ccm Schweinepestferkelleber ($1^{1}/_{2}$ Jahr alt) + $^{2}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	Trypanosomen sehr beweglich	Trypanosom. lebhaft beweglich	Trypanosomen beweglich	Trypanosomen unbeweglich
$^{1}/_{2}$ ccm Rinderserum (2 Jahre alt) + $^{2}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	„	Trypanosomen schwach beweglich	fast alle Trypanosom. unbeweglich, einzelne zuckend	„
$^{1}/_{2}$ ccm Ziegenserum (4 Jahre alt) + $^{2}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	„	Trypanosom. unbeweglich	—	—
$^{1}/_{2}$ ccm Rinderserum (vom 1. 3. 1905) + $^{2}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	„	„	—	—
$^{1}/_{2}$ ccm Pferdeserum (2 Jahre alt) + $^{2}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	„	„	—	—
$^{1}/_{2}$ ccm Kamelserum (4 Jahre alt) + $^{2}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	„	„	—	—
$^{1}/_{2}$ ccm Schweineserum (4 Jahre alt) + $^{2}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	„	„	—	—
$^{1}/_{2}$ ccm 0,85 %ige NaCl-Lösung + $^{2}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	„	„	—	—

In den Flüssigkeiten, welche die angetrockneten Sera enthielten, lebten die Trypanosomen nicht länger als in der Kochsalzkontrolle. Nur das 2 Jahre alte Rinderserum wirkte etwas lebensverlängernd für die Parasiten. Dagegen überlebten die Trypanosomen, welche sich in der $1^{1}/_{2}$ Jahre lang aufbewahrten und hiernach in physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmten Leber eines an Schweinepest erkrankt gewesenen Ferkels befanden, die der Kochsalzkontrolle um $2^{3}/_{4}$ Stunden.

Die lebensverlängernden Stoffe hatten sich während einer $1^{1}/_{2}$jährigen Aufbewahrungszeit in einer getrockneten Leber erhalten.

Digitized by Google

Die Unwirksamkeit der in dem vorstehenden Versuch benutzten mehrere Jahre hindurch im angetrockneten Zustand aufbewahrten Sera ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, daß die in die Kochsalzlösung gebrachten Serumteilchen nur aufquollen, ohne daß aber die wirksamen Stoffe in Lösung gingen.

Die weiteren Versuche über die Natur der lebensverlängernden Stoffe erstreckten sich darauf, festzustellen, wie ein längerer Aufenthalt bei 37° auf sie einwirkt.

Versuch XIX.

Am 12. 9. 1908 wird 1 ccm von einer einen Tag lang bei 37° im Brutschrank aufbewahrten gekochten Kaninchenleberemulsion, 1 ccm von einem einen Tag lang bei 37° ebenso aufbewahrten rohen Kaninchenserum, 1 ccm einer 4 Tage lang bei 37° aufbewahrten gekochten Kaninchenserumemulsion, 1 ccm eines 4 Tage hindurch bei 37° aufbewahrten rohen Kaninchenserum und 1 ccm einer 4 Tage lang bei 37° aufbewahrten rohen Kaninchenleberemulsion mit je $^1/_{10}$ ccm Dourinerattenblut vermischt. Bei der Herstellung dieser Emulsionen war ursprünglich so verfahren, daß je 1 g Substanz auf 10 ccm physiologische Kochsalzlösung verrieben wurden. Die Aufbewahrung aller dieser Substanzen bei 37° erfolgte in offenen Reagenzröhrchen. Hiernach verbreiteten die 4 Tage lang bei 37° aufbewahrten Substanzen einen fauligen Geruch. Die Fäulnis war am weitesten in der rohen, 4 Tage bei 37° aufbewahrten Kaninchenemulsion vorgeschritten.

Der Versuch wurde bei Zimmertemperatur ausgeführt.

	$^1/_{10}$ ccm Dourinerattenblut					
	+ 1 ccm rohes Kaninchenserum (1 Tag b. 37°)	+ 1 ccm gekochter Kaninchenleberemulsion (1 Tag b. 37°)	+ 1 ccm gekochter Kaninchenserumemulsion (4 Tage b. 37°)	+ 1 ccm rohes Kaninchenserum (4 Tage b. 37°)	+ 1 ccm roher Kaninchenleberemulsion (4 Tage b. 37°)	+ 1 ccm 0,85 %iger NaCl Lösung (Kontrolle)
$^1/_4$ Stunde nach Beginn des Versuchs	lebhaft beweglich	lebhaft beweglich	wenig beweglich	wenig beweglich	sehr wenig beweglich	lebhaft beweglich
$^3/_4$ Stunden nach Beginn des Versuchs	"	"	"	"	unbeweglich	wenig beweglich
$1^1/_2$ Stunden nach Beginn des Versuchs	"	"	viele Trypanosomen unbeweglich, die anderen wenig beweglich	die meisten Trypanosomen unbeweglich, andere nur noch zuckend	—	unbeweglich

In diesem Versuch wirkte das einen Tag bei 37° aufbewahrte rohe Kaninchenserum und ebenso die gekochte Leberemulsion, welche einen Tag bei 37° gehalten war, lebensverlängernd. Sowohl das gekochte als auch das rohe, 4 Tage bei 37° gehaltene Serum wirken etwas lähmend auf die Trypanosomen. Die 4 Tage im Brutschrank bei 37° aufbewahrte rohe Kaninchenleber wirkt schon nach $^1/_4$ Stunde sehr deutlich schädigend auf die Trypanosomen, so daß die Parasiten bereits $^3/_4$ Stunden nach Beginn des Versuches völlig unbeweglich sind.

Der Ausfall des vorstehenden Versuches kann nur so erklärt werden, daß die 4 Tage dauernde, nicht sterile Aufbewahrung der Organemulsionen und des Serums bei beiden die lebensverlängernde Wirkung aufhebt.

Diese Ansicht wird auch durch den folgenden Versuch gestützt.

Digitized by Google

Versuch XX.

Am 15. 9. 1908 wird ein Versuch, wie der vorstehende, bei Zimmertemperatur ausgeführt. Die Emulsionen waren in diesem Versuch ebenso hergestellt, wie in dem vorigen, es wurde auch mit denselben Flüssigkeitsmengen gearbeitet. In der Emulsion der rohen Kaninchenleber, die 4 Tage bei 37° gestanden hatte, waren die Trypanosomen fast momentan nach dem Zusetzen unbeweglich. In der Emulsion der gekochten Kaninchenleber, die 4 Tage bei 37° gestanden hatte, werden die Trypanosomen gleichzeitig mit denen der Kochsalzkontrolle unbeweglich.

Im rohen Kaninchenserum, das 4 Tage bei 37° gehalten worden war, sind die Trypanosomen zwar über 3 Stunden gut beweglich, aber nicht so lange wie im frischen Serum.

In der Emulsion des gekochten Kaninchenserums, die 7 Tage bei 37° gestanden hatte, werden die Trypanosomen ebenso schnell unbeweglich, wie in der Kochsalzkontrolle.

Auch in diesem Versuch war die lebensverlängernde Wirkung in den faulen Substanzen aufgehoben. Die faule Leber läßt die Trypanosomen sehr schnell unbeweglich werden.

Nach diesen Versuchen hebt die Fäulnis die „lebensverlängernde“ Wirkung auf. Faule Organe wirken immobilisierend auf Trypanosomen.

Bezüglich der schädigenden Wirkung von fauler Leber auf Trypanosomen hat neuerdings Jaffé in einer den obigen Versuchsergebnissen entsprechenden Weise im Zentralblatt für Bakteriologie (Bd. 55, S. 519) berichtet.

Daß nicht der längere Aufenthalt bei 37° allein, sondern nur die Fäulnis die Ursache für die Aufhebung der lebensverlängernden Wirkung der untersuchten Organe ist, geht aus folgendem Versuch hervor.

Versuch XXI.

Am 15. 9. 1908 wird 1 g einer zerriebenen, normalen Rattenleber in 10 ccm 0,85%iger NaCl-Lösung in einem gut geschlossenen Reagenzröhrchen 5 Minuten lang aufgekocht. Die Emulsion wird hierauf vom 15. 9. 1908 bis zum 24. 9. 1908 im Brutschrank bei 37° unter sterilen Kautelen aufbewahrt. Am 24. 9. 1908 wird $^1/_2$ ccm der Emulsion mit $^1/_{10}$ ccm Dourinerattenblut zusammengebracht.

Die Trypanosomen leben in dieser Lösung noch 5 Stunden nach Ansetzen des Versuches, während sie in einer gleichzeitig angesetzten Kochsalzkontrolle 1 Stunde nach dem Ansetzen des Versuches unbeweglich sind. Der Versuch ist bei Zimmertemperatur ausgeführt worden.

Demnach schädigt ein neuntägiger Aufenthalt bei 37° den „wiederbelebenden“ bezw. „lebensverlängernden“ Körper nicht.

Aus den bisherigen Versuchen über die Natur der „lebensverlängernden“ Stoffe ergibt sich zusammenfassend:

1. daß sie koktostabil sind,
2. daß sie gegen Eintrocknen widerstandsfähig sind,
3. daß sie im Eisschrank und bei 37° längere Zeit haltbar sind,
4. daß ihre Wirkung durch Fäulnisvorgänge unterdrückt wird.

Versuche über die Wirkung bestimmter, in der Leber und im Serum vorkommender Substanzen auf Trypanosomen.

Durch weitere Versuche suchte ich festzustellen, auf welchen Stoffen der Leber und des Serums die vorstehend beschriebene Wirkung beruht. Deshalb wurde geprüft, ob einer der bekannten Leber- oder Serumstoffe auf die Trypanosomen ähnlich wirkt, wie die frische Leber und das frische Serum.

Es wurden taurocholsaures Natrium, glykocholsaures Natrium, Traubenzucker, Glykogen und Hippursäure für die Versuche benutzt. Naheliegend war die Vermutung, daß besonders das taurocholsaure Natrium an der beschriebenen Wirkung der Leber und des Serums einen Anteil hatte, da Neufeld und Prowazek (Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. 25) eine ähnliche Wirkung dieses Körpers bei Hühnerspirochäten gesehen hatten, sobald das Salz entsprechend verdünnt war. Zum Vergleich wurde ein aus einer Leber durch Behandlung mit physiologischer Kochsalzlösung gewonnener Extrakt, der zwecks Konservierung durch Kochen sterilisiert war, zu den Untersuchungen herangezogen.

In stärkeren Konzentrationen wirkte das taurocholsaure und glykocholsaure Natrium hämolysierend und auf die Trypanosomen abtötend, in schwächeren wirkte es nicht lebensverlängernd. Setzte man z. B. zu 1 ccm 0,85 %iger NaCl-Lösung soviel taurocholsaures (bezw. glykocholsaures) Natrium hinzu, wie die Spitze einer geraden Platinnadel zu tragen vermag, so wirkte es fast momentan auf das zugefügte trypanosomenhaltige Rattenblut hämolytisch und abtötend für die Trypanosomen.

Bei den folgenden Versuchen werden deshalb genau quantitativ abgestufte Konzentrationen von Lösungen des taurocholsauren Natriums benutzt.

Versuch XXII.

Von einer 10 %igen Lösung taurocholsauren Natriums werden Verdünnungen mit physiologischer Kochsalzlösung im Verhältnis 1 : 100, 1 : 1000, 1 : 5000, 1 : 10000, 1 : 20000, 1 : 100000 hergestellt. Von diesen Verdünnungen wird je $^1/_2$ ccm mit $^1/_{10}$ ccm Dourinerattenblut gemischt, als Kontrolle wird ein Röhrchen mit $^1/_2$ ccm physiologischer Kochsalzlösung und $^1/_{10}$ ccm von dem gleichen trypanosomenhaltigen Rattenblut beschickt. Der Versuch wird, da die Trypanosomen noch sehr lebenskräftig sind und von einer nicht lange infizierten Ratte stammen, bei 37° im Brutschrank ausgeführt.

Verdünnungen der 10 %igen taurocholsauren Natriumlösung	Angesetzt um 1 Uhr mittags	Befund um 2 Uhr	Befund um 3 Uhr	Befund um 4 Uhr
1 : 100	leben	hämolysiert, Trypanosomen unbeweglich	—	—
1 : 1000	„	leben	die meisten Trypanosomen unbeweglich, die anderen zuckend	unbeweglich
1 : 5000	„	„	„	„
1 : 10 000	„	„	„	„
1 : 20 000	„	„	„	„
1 : 100 000	„	„	unbeweglich	„
0,85 %ige NaCl-Lösung allein	„	„	„	„
Leberextrakt	„	„	leben	leben

Digitized by Google

In der Kochsalzkontrolle waren die Trypanosomen etwas eher unbeweglich als in einzelnen Verdünnungen des taurocholsauren Natriums. Es zeigte sich aber, daß das taurocholsaure Natrium im Vergleich zum Leberextrakt nicht wie dieser lebensverlängernd wirkte. Denn im Leberextrakt lebten die Trypanosomen viel länger als in den Taurocholsäureverdünnungen.

Versuch XXIII.

Ein eigenartiges Resultat zeitigte ein anderer Versuch. In ihm sollte ursprünglich festgestellt werden, ob es eine bestimmte Verdünnung des taurocholsauren Natriums gibt, bei der nur die Blutkörperchen, aber nicht die Trypanosomen aufgelöst werden. Entsprechend dieser Absicht war auch die Versuchsanordnung gewählt. Über die gestellte Frage brachte der Versuch keine Klarheit, er ist aber mit Rücksicht auf die Wirkung, welche das taurocholsaure Natrium auf die Trypanosomen ausübte, bemerkenswert.

Das für diesen Versuch gesteckte Ziel gestattete es, mit Trypanosomen in diesem Falle zu arbeiten, die infolge Stehens während 45 Minuten bei 37° und darnach während $1^1/_2$stündigen Stehens bei Zimmertemperatur vollkommen unbeweglich waren und von denen angenommen wurde, daß sie ihr Leben eingebüßt hätten. Infolgedessen wurde bei dem Versuch auch nicht geprüft, was für eine Wirkung frisches Serum auf die Trypanosomen entfaltete. Die verwendeten Trypanosomen stammten von einer im Anfang einer Dourineinfektion stehenden Ratte. Von einer $10^0/_0$igen Lösung taurocholsauren Natriums werden Verdünnungen mit $0,85^0/_0$iger Lösung im Verhältnis 1 : 100, 1 : 200, 1 : 300, 1 : 400, 1 : 500 hergestellt. Zu je $^1/_2$ ccm dieser Verdünnungen werden je $^2/_{10}$ ccm Rattenblut hinzugesetzt, in dem sich die unbeweglichen Trypanosomen befinden. Der Versuch wird bei Zimmertemperatur ausgeführt und ist in der nachfolgenden Tabelle veranschaulicht.

Verdünnungen der $10^0/_0$igen taurocholsauren Natriumlösung	Beginn des Versuches um $^1/_2$ 10 Uhr abends	20 Minuten nach Beginn des Versuches	30 Minuten nach Beginn des Versuches
1 : 100	Trypanosomen sind unbeweglich	Trypanosomen sind beweglich	Trypanosomen sind unbeweglich
1 : 200	"	"	"
1 : 300	"	Trypanosomen sind schwach beweglich	"
1 : 400	"	Trypanosomen sind sehr schwach beweglich	"
1 : 500	"	einzelne Trypanosomen führen zuckende Bewegungen aus, ohne sich dabei von der Stelle zu bewegen, die anderen Trypanosomen sind unbeweglich	"

In diesem Versuch lebten die vollkommen unbeweglichen Trypanosomen, von denen angenommen wurde, daß sie tot waren, nach Zusatz des taurocholsauren Natriums für eine ganz kurze Zeit auf. Allerdings war die Wirkung im Vergleich zu der des Serums und Leberextraktes in früheren Versuchen nur eine vorübergehende, man könnte wohl sagen „stimulierende". Dieser Befund konnte in Parallele gesetzt werden mit dem von Neufeld und Prowazek (a. a. O.) erhobenen, nach welchem taurocholsaures Natrium auf bewegliche Trypanosomen — solche verwendeten die Autoren in ihrem Versuche — stimulierend wirkt.

Nach diesen beiden Versuchen kann man annehmen, daß dem taurocholsauren Natrium in bestimmten Verdünnungen eine gewisse lebens-

anregende Wirkung für Trypanosomen zukommt. Bei Wiederholungen der Versuche zeigten sich die gleichen Lösungen des bezeichneten gallensauren Salzes den Trypanosomen gegenüber als vollkommen neutral.

Versuche mit Traubenzucker und Glykogen ergaben ebenfalls kein eindeutiges Resultat. In den meisten dieser Experimente war die Wirkung des Traubenzuckers und des Glykogens eine vollkommen indifferente, nur in zwei Versuchen wurden erwähnenswerte Resultate erzielt, welche nachfolgend mitgeteilt werden.

In einer Traubenzucker-Kochsalzlösung waren die Trypanosomen 1¼ Stunde länger beweglich, in einer Glykogen-Kochsalzaufschwemmung ebenfalls 1¼ Stunde länger gut beweglich, als die in der physiologischen Kochsalzlösung zur Kontrolle befindlichen Trypanosomen. Die Versuche wurden bei Zimmertemperatur ausgeführt.

In einem anderen Fall waren die in Glykogen befindlichen Trypanosomen noch 23½ Stunden nach Ansetzen des Versuches wenig beweglich, während die Trypanosomen noch über 24 Stunden hinaus in einem mit physiologischer Kochsalzlösung hergestellten Leberextrakt sehr beweglich waren. In der Kochsalzkontrolle waren die Trypanosomen ½ Stunde nach Ansetzen des Versuches unbeweglich.

Ich versuchte auch, durch Kombination mehrerer in der Leber vorkommender Substanzen eine „lebensverlängernde" Wirkung für Trypanosomen zu erzielen. So wurde z. B. Glykogen mit Traubenzucker und mit taurocholsaurem Natrium gemischt. Derartige Mischungen wirkten niemals in gleicher oder ähnlich eklatanter Weise „lebensverlängernd" für die Trypanosomen wie die Leber selbst.

Hippursäure wirkte in stärkeren Konzentrationen für die Trypanosomen fast momentan immobilisierend, in schwächeren Konzentrationen war sie ohne Einfluß.

Es haben somit diese Untersuchungen einen bestimmten Hinweis darauf, ob einer der bekannten Stoffe der Leber und welcher die „lebensverlängernde" Wirkung für Trypanosomen ausübt, nicht geliefert. Immerhin ist bemerkenswert, daß gelegentlich einmal das taurocholsaure Natrium, das Glykogen und der Traubenzucker einen „lebensanregenden" Einfluß auf Trypanosomen ausüben, der aber nicht immer in den Versuchen konstatiert werden konnte.

Versuche zur Isolierung der „lebensverlängernden" Stoffe auf chemischem Wege.

Die Versuche mit den vorstehend erwähnten, bekannten Stoffen der Leber hatten, was deren Wirksamkeit auf Trypanosomen anbelangt, eindeutige Resultate nicht ergaben. Deshalb suchte ich einen Einblick darüber zu gewinnen, ob die „lebensverlängernden" Stoffe alkohollöslich und auf chemischem Wege zu isolieren sind.

Von einer Rinderleber, die von einem im Kaiserlichen Gesundheitsamte wegen Tuberkulose getöteten Rind stammte, wurden zwei Pfund im Fleischwolf zermahlen. Der Leberbrei wurde mit etwas mehr als mit dem gleichen Volumen Alkohol (95 %) versetzt und gut durchgemischt. Hiernach wurde der alkoholische Leberbrei möglichst unter Verhinderung des Luftzutrittes einen Tag bei Zimmertemperatur dem Schüttelapparat überlassen, dann 2—3 Tage in den Brutschrank bei 37° gestellt. Während des Aufenthaltes im Brutschrank wird der Leberbrei öfter durchgeschüttelt. Dann wird die Masse durch ein Papierfilter filtriert, das klare Filtrat in ganz dünner

Schicht in große Petrischalen ausgegossen und diese werden hiernach in einen auf 60° eingestellten Brutschrank gestellt. Nach 24 Stunden ist die Flüssigkeit verdunstet und es befindet sich auf dem Boden der Schale eine aus einer zähen, harten, gelben bis dunkelbraunen Masse bestehende Schicht, die einen an Liebigs Fleischextrakt erinnernden Geruch besitzt. Diese wird abgekratzt und nach Auflösung in physiologischer Kochsalzlösung zu den weiteren Versuchen verwendet. — Es sei hier nebenbei bemerkt, daß ich mir auf ähnliche Weise auch aus dem Serum einen Extrakt herstellte, der im großen und ganzen dieselben Eigenschaften aufwies wie der Leberextrakt. Der Rückstand, den man bei der Serumextraktion gewinnt, ist aber sehr gering, so daß sich die Darstellung des „lebensverlängernden“ Körpers aus dem Serum nicht empfiehlt.

Von dem Rückstand des alkoholischen Extraktes der Leber wurden bestimmte Mengen in physiologischer Kochsalzlösung unter Erwärmen in der Gasflamme gelöst. Die Lösungen wurden entweder durch Kochen oder durch längeren Aufenthalt im strömenden Dampf sterilisiert. Eine Ausscheidung fand hierbei nicht statt. Es wurden dann bestimmte Mengen dieser sterilen Extraktlösungen in quantitativen Abstufungen mit trypanosomenhaltigem Blut gemischt. Diese Lösungen wirkten gegenüber den zur Kontrolle in physiologischer Kochsalzlösung gehaltenen Trypanosomen niemals lebensverlängernd. Die stärksten und stärkeren Konzentrationen des Extraktes ließen die Trypanosomen fast momentan unbeweglich werden und nach kurzer Zeit waren in den betreffenden Reagenzröhrchen Trypanosomen überhaupt nicht mehr nachweisbar. Das nachstehende Protokoll gibt einen derartigen Versuch wieder.

Versuch XXIV.

Der Versuch wird bei Zimmertemperatur ausgeführt. Es wird $^1/_2$ g der gelben, zähen Extraktmasse (gewonnen aus der Leber eines an Schweinepest verendeten Ferkels) in 5 ccm physiologischer Kochsalzlösung unter Erhitzen gelöst. 1 ccm dieses Extraktes wird mit $^2/_{10}$ ccm Dourinerattenblut vermischt. Die Trypanosomen sind nach 10 Minuten unbeweglich. Es bilden sich Auftreibungen und Blasen in ihren Körpern, teilweise beobachtet man Agglomeration. $^3/_4$ Stunden nach Ansetzen des Versuches sind Trypanosomenleiber nicht mehr nachweisbar. Zur Kontrolle wird 1 ccm physiologischer Kochsalzlösung mit $^2/_{10}$ ccm von demselben trypanosomenhaltigen Rattenblut beschickt. 10 Minuten nach Ansetzen des Versuches leben die Trypanosomen, $^1/_2$ Stunde später sind sie unbeweglich. Irgendwelche Degenerations- oder Zerfallserscheinungen bemerkt man nicht an ihren Leibern.

Es lag nahe, diese Wirkung des alkoholischen Extraktes auf den Gehalt an gallensauren Salzen zurückzuführen, die wie Neufeld und Prowazek (a. a. O.) zuerst zeigten, trypanozid und trypanolytisch wirken können.

Ich untersuchte aber auch die Reaktion des in der Kochsalzlösung befindlichen gelösten Extraktes mit Lackmuspapier. Es zeigte sich, daß diese ziemlich stark sauer war. Da es sehr wohl möglich erschien, daß in der sauren Reaktion die Ursache der indifferenten bis trypanoziden Eigenschaft des Extraktes beruhte, so wurde die Lösung mit Normalkalilauge so lange versetzt, bis sie gegen Lackmuspapier neutral bis leicht alkalisch reagierte. Es wurden nun Reagenzröhrchen mit je 1 ccm physiologischer Kochsalzlösung und mit fallenden Mengen des neutralisierten bezw. alkalisierten Extraktes beschickt und zu diesen Mischungen trypanosomenhaltiges Rattenblut hinzugesetzt. Derartige Versuche sind sehr oft angestellt worden. Dabei konnte man

beobachten, daß die neutralisierte Lösung des Alkoholextraktes in physiologischer Kochsalzlösung in stärkeren Konzentrationen die Trypanosomen unbeweglich macht, in schwächeren aber nicht nur lebensverlängernd wirkt, sondern auch den frischen Leberextrakt in dieser Wirkung erheblich übertrifft.

Der Ausfall dieser Versuche lieferte somit den Beweis, daß tatsächlich durch Alkoholextraktion die „lebensverlängernden“ Stoffe der Leber in konzentrierter Form erhalten werden können.

Daß die in verdünntem Alkohol löslichen Stoffe mindestens $1^1/_2$ Jahre lang bei Aufbewahrung im Zimmer haltbar sind, haben weitere Versuche von mir ergeben.

Die deutlichsten Ausschläge bei Anwendung des Extraktes wurden erreicht, wenn 1 g des trockenen Extraktes in 10 ccm physiologischer Kochsalzlösung aufgelöst, die Lösung leicht alkalisiert und dann 1 ccm mit 9 ccm physiologischer Kochsalzlösung verdünnt wird. Die „lebensverlängernde Kraft“ der Extrakte verschiedener Lebern schwankt naturgemäß; es kommt vor, daß der Extrakt einer Leber intensiver wirkt als der einer anderen. Derartige Schwankungen sind nichts Außergewöhnliches. Bei den meisten von mir untersuchten Leberextrakten habe ich jedoch das oben mitgeteilte Mischungsverhältnis als das optimale für die Entfaltung der „lebensverlängernden“ Wirkung gefunden. Wesentliche Unterschiede bei den Extrakten der einzelnen Lebern verschiedener Tiere habe ich bis jetzt nicht beobachten können.

Daß tatsächlich die „lebensverlängernden“ Stoffe in den verdünnten Alkohol übergegangen sind, geht auch daraus hervor, daß bei ausreichender Behandlung der Rückstand der Leber im allgemeinen auf die Trypanosomen keine besondere Wirkung mehr entfaltet; nur in seltenen Fällen kann er gelegentlich noch einen geringen Einfluß auf die Parasiten ausüben.

Es schien von Interesse, festzustellen, wie der Extrakt nicht nur in Verbindung mit physiologischer Kochsalzlösung, sondern auch mit Pferdeserum wirkt.

Versuch XXV.

1 g der festen, trocknen Extraktmasse wird in 10 ccm 0,85 %iger NaCl-Lösung unter Erwärmen in der Flamme gelöst. Hierauf wird neutralisiert. Mit diesem Extrakt wird der nachfolgende Versuch bei 37° im Brutschrank angestellt.

		Sofort nach Ansetzen des Versuchs	Nach $^3/_4$ stündigem Aufenthalt bei 37°	Nach $3^1/_4$ stündigem Aufenthalt bei 37°	Nach $5^1/_4$ stündigem Aufenthalt bei 37°	Nach $8^1/_4$ stündigem Aufenthalt bei 37°	Nach $10^1/_4$ stündigem Aufenthalt bei 37°
$^1/_{10}$ ccm Extrakt + $^9/_{10}$ ccm 0,85 %ige NaCl-Lösung	+ 0,05 ccm Dourinerattenblut	sehr lebhaft beweglich	beweglich	unbeweglich	—	—	—
$^1/_{10}$ ccm Extrakt + $^9/_{10}$ ccm Pferdeserum	+ 0,05 ccm Dourinerattenblut	„	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	beweglich	unbeweglich
$^9/_{10}$ ccm Pferdeserum	+ 0,05 ccm Dourinerattenblut	„	beweglich	unbeweglich	—	—	—
$^9/_{10}$ ccm physiologische NaCl-Lösung	+ 0,05 ccm Dourinerattenblut	„	unbeweglich	—	—	—	—

Digitized by Google

Während die Trypanosomen, welche sich in einer Mischung von Extrakt und Pferdeserum befanden, erst nach $10^1/_4$ stündigem Aufenthalt bei 37° unbeweglich werden, sind die Trypanosomen in der Extraktkochsalzlösung und im Pferdeserum allein schon nach $3^1/_4$stündigem Aufenthalt bei 37° unbeweglich.

Die mit verdünntem Alkohol extrahierten Leberstoffe wirken in Verbindung mit Pferdeserum stärker lebensverlängernd als für sich allein. Auch die Wirkung des Pferdeserums ist meist schwächer.

Im Anschluß an diese Untersuchungen wurde auch festgestellt, daß Leberextrakt gemischt mit der in den Laboratorien gebräuchlichen Nährbouillon mehr lebensverlängernd wirkte als Extraktkochsalzlösungen oder Bouillon allein. Dabei muß hervorgehoben werden, daß zuweilen schon Bouillon allein, besonders aber Leberbouillon eine erhebliche „lebensverlängernde“ Wirkung entfalten kann. Das tritt besonders hervor, wenn man in dieser Hinsicht nebeneinander Leberbouillon und Leberextrakt prüft. Es ist auch häufig zu beobachten, daß nur ein geringer Unterschied zwischen dem Extrakt und der Bouillon aus der Leber bezüglich ihrer Wirkung auf Trypanosomen besteht.

Es war durch die vorausgegangenen Untersuchungen einwandsfrei festgestellt, daß die „lebensverlängernden“ Stoffe durch Alkohol aus der Leber und dem Serum in den verdünnten Alkohol übergehen. Es wurde versucht, die wirksamen Substanzen aus diesen Alkoholextrakten zu isolieren.

Zunächst wurden die unmittelbar in Äther löslichen Substanzen (Lipoide wie Lecithin, Fette usw.). aus dem Extrakt gewonnen.

Von einem alkoholischen Rinderleberextrakt werden nach Verdunsten des Alkohols von dem Rückstand ungefähr 5 g im Mörser unter fortwährendem Zugeben einer zehnprozentigen Sodalösung verrieben. Im ganzen werden 30 ccm Sodalösung gebraucht. Zu dieser Flüssigkeit wird eine ihr gleiche Menge von Äther zugegossen und hiernach gut durchgeschüttelt. Der Äther wird in eine Schale abgegossen. Auf diese Weise wird der sodahaltige Extrakt dreimal hintereinander mit Äther behandelt, der Äther jedesmal wieder in die Schale gegossen. Nach Verflüchtigung des Äthers bleiben auf dem Boden der Schale geringe Substanzmengen zurück, die in 4 ccm physiologischer Kochsalzlösung emulgiert wurden. Mit dieser Emulsion wird der nachfolgende Versuch angestellt.

Versuch XXVI.

$^9/_{10}$ ccm der Emulsion werden mit $^1/_{10}$ ccm Dourinemäuseblut vermischt. Die Mischung sieht sehr bald graugrünlich aus. Nach einstündiger Beobachtungszeit bei Zimmertemperatur sind die Trypanosomen unbeweglich, aber als eigentümliche, fast silberfarbene Gebilde im mikroskopischen Präparat sichtbar. In den entsprechenden Kontrollröhrchen mit physiologischer Kochsalzlösung sind die Trypanosomen nach einstündiger Beobachtungszeit sehr wenig beweglich.

Demnach wirken die lipoidartigen Substanzen in der angewandten Konzentration auf die Trypanosomen nicht lebensverlängernd.

Nach dieser Ausätherung der sodaalkalischen Lösung des Alkoholleberextraktes wird die übrigbleibende Lösung mit verdünnter Salzsäure neutralisiert, in einer Schale bei 56° bis zur Trockenheit eingedunstet. Ein Teil ($^1/_2$ g) dieses Rückstandes wird in 5 ccm physiologischer Kochsalzlösung aufgenommen und bezüglich seiner Wirkung auf Trypanosomen in dem nachfolgenden Versuch geprüft; der Rest des Rückstandes wird später weiter verarbeitet.

Digitized by Google

Versuch XXVII.

$^{4}/_{10}$ ccm von dem ausgeätherten Leberextrakt werden mit $^{1}/_{10}$ ccm Dourinemäuseblut gemischt. Die Mischung sieht dunkelrot aus. 1 Stunde nach dem Ansetzen des Versuches sind die Trypanosomen sehr lebhaft beweglich, nach dreistündiger Beobachtungszeit sind fast sämtliche Trypanosomen unbeweglich, einige wenig beweglich. In der entsprechenden Kochsalzkontrolle sind die Trypanosomen nach einer einstündigen Beobachtungszeit nur noch wenig beweglich.

Es hat also in diesem Versuch der von lipoidartigen Substanzen befreite Leberextrakt in der angewandten Konzentration lebensverlängernd gewirkt. Demnach hängt diese Wirkung des Extraktes wahrscheinlich nicht mit den ätherlöslichen Substanzen zusammen. Den letzteren kommt eine Beeinflussung der Trypanosomen im Sinne einer Lebensverlängerung nicht zu.

Es war ferner die Wirkung der Fettsäuren, welche in dem Extrakt vorhanden waren, auf Trypanosomen zu prüfen. Zu diesem Zweck mußten die Säuren aus dem Extrakt möglichst rein dargestellt werden.

Der in sodaalkalischer Lösung ausgeätherte, dann neutralisierte und eingedunstete Leberextrakt (siehe oben) wird in Kochsalzlösung wieder gelöst, schwach angesäuert und mit reichlichen Mengen von Äther unter kräftigem Umschütteln dreimal extrahiert.

Die ätherischen Extrakte werden jeweils in eine Schale abgegossen und zusammen verdunstet. Dieser Extrakt, der Fettsäuren und ähnliche bei saurer Reaktion in den Äther übergehende Substanzen enthält, wird in 2 ccm physiologischer Kochsalzlösung emulgiert und diese Lösung auf ihre Wirkung für Trypanosomen geprüft.

Die extrahierte wässerige Flüssigkeit wird neutralisiert und dann auf einer Schale bei 56° angetrocknet. Nach dem Trocknen wird $^{1}/_{2}$ g davon in 5 ccm physiologischer Kochsalzlösung aufgenommen und bei dem folgenden Versuch verwendet.

Versuch XXVIII.

Es werden in diesem Versuch
1. der Ätherextrakt bei saurer Reaktion (Ätherextrakt I vergl. Tabelle),
2. der neutralisierte und von lipoidartigen und bei sauerer Reaktion in den Äther übergehenden Stoffen befreite Rückstand (vergl. Tabelle Rückstand)

hinsichtlich der Wirkung auf Trypanosomen geprüft. Der Versuch wird bei Zimmertemperatur ausgeführt. Das Nähere ist aus der Tabelle ersichtlich.

	Sofort nach Beginn des Versuchs	Nach einstündiger Beobachtungszeit
$^{4}/_{10}$ ccm Ätherextrakt I + $^{1}/_{10}$ ccm Dourinemäuseblut	Die Lösung hellt sich auf und ist später etwas hämolysiert. Blutkörperchen finden sich noch, Trypanosomen sind wenig beweglich.	Trypanosomen sind nicht mehr nachweisbar. Die Blutkörperchen sind verändert, z. T. sind nur Stromata zu sehen
$^{4}/_{10}$ ccm Rückstand + $^{1}/_{10}$ ccm Dourinemäuseblut	Die Lösung ist graurot. Die Blutkörperchen sind eckig, die Trypanosomen sind beweglich	die Trypanosomen sind fast alle unbeweglich, die anderen sehr wenig beweglich
$^{4}/_{10}$ ccm 0,85 %ige NaCl-Lösung + $^{1}/_{10}$ ccm Dourinemäuseblut	Trypanosomen sind beweglich	"

Hiernach haben weder die schwach sauer reagierende Lösung des Ätherextraktes noch der Rückstand im Vergleich mit der Kochsalzkontrolle eine Wirkung gezeigt.

Digitized by Google

Wiederholungen dieses Experimentes zeitigten stets dasselbe Ergebnis.

Nur in einem Versuche wurde eine geringe „lebensverlängernde“ Wirkung des Ätherextraktes und eine stärkere bei dem Rückstand festgestellt. Das diesbezügliche Protokoll soll deshalb hier wiedergegeben werden.

Versuch XXIX.

Der $2^1/_2$ g betragende Rückstand des wässerigen, alkoholischen Auszuges aus einer Schweineleber wird mit etwa 15 ccm $10^0/_0$iger, auf ungefähr 30° erwärmter Sodalauge im Mörser zerrieben, dreimal mit reichlichen Mengen von Äther extrahiert und hierauf bis zur leicht alkalischen Reaktion mit verdünnter Salzsäure versetzt. 2 ccm davon werden für den unten verzeichneten Versuch aufbewahrt.

Der Rest wird schwach angesäuert, mehrfach mit Äther extrahiert und der Ätherextrakt nach dem Verdunsten des Äthers ebenso wie die wieder schwach alkalisierte, wässerige Lösung auf ihre Wirkung gegenüber Trypanosomen untersucht, indem je 0,4 bezw. 0,1; 0,07; 0,01 ccm mit soviel physiologischer Kochsalzlösung versetzt werden, daß überall $^1/_2$ ccm Flüssigkeitsmenge resultierte. Zu den Flüssigkeiten werden je 0,15 ccm Dourineblut einer Ratte hinzugegeben. Der Versuch wird bei Zimmertemperatur ausgeführt und um 1 Uhr mittags angesetzt:

Alkoholischer-wässeriger Schweineleberextrakt nach Ausätherung bei sodaalkalischer Reaktion (befreit von lipoidartigen Substanzen)		Befund um $^1/_2$ 2 Uhr mittags	Befund um 3 Uhr nachmittags	Befund um 5 Uhr nachmittags
1.	0,4	Trypanosomen sind unbeweglich	Trypanosomen werden nicht im Präparat gesehen	—
2.	0,1	Trypanosomen sind sehr lebhaft beweglich	Trypanosomen sind sehr lebhaft beweglich	Trypanosomen sind sehr lebhaft beweglich
3.	0,07	„	„	Trypanosomen sind beweglich
4.	0,04	„	Trypanosomen sind beweglich	Trypanosomen werden nicht im Präparat gesehen
5.	0,01	„	Trypanosomen sind unbeweglich	„
Wässeriger Rückstand nach zweimaliger Ätherextraktion				
6.	0,4	es werden Trypanosomen nicht im Präparat gesehen	—	—
7.	0,1	Trypanosomen sind unbeweglich	Trypanosomen sind unbeweglich	Trypanosomen werden nicht im Präparat gesehen
8.	0,07	„	„	„
9.	0,04	Trypanosomen sind sehr wenig beweglich	Trypanosomen sind sehr wenig beweglich	einzelne Trypanosomen zuckend, die anderen unbeweglich
10.	0,01	Trypanosomen sind lebhaft beweglich	Trypanosomen sind beweglich	Trypanosomen sind sehr wenig beweglich
Kontrolle: Trypanosomen in $0,85^0/_0$iger Kochsalzlösung		Trypanosomen sind unbeweglich	—	—

Digitized by Google

In diesem Versuch wirkte also die höchste Verdünnung des bei den zweimaligen Ätherextraktionen gebliebenen wässerigen Rückstandes etwas lebensverlängernd, wenn auch nicht so stark wie vor der Ätherextraktion bei sauerer Reaktion.

Die Ergebnisse der in diesem Abschnitt vorgeführten Versuche lassen sich dahin zusammenfassen, daß weder die lipoidartigen Substanzen des wässerig-alkoholischen Leberextraktes noch die bei saurer Reaktion aus dem Leberextrakt isolierten Substanzen auf Trypanosomen einen lebensverlängernden Einfluß ausüben. Diese Wirkung kommt, von einem Falle (Versuch XXX) abgesehen nur dem Zusammenwirken der bei saurer Reaktion in Äther löslichen und nicht löslichen Substanzen zu.

Versuche über das Verhalten der lebensverlängernden Stoffe des Serums und der Leber von trypanosomenkranken Tieren.

Die nachstehend mitgeteilten Versuche befassen sich mit der Frage, wie sich das Serum und Leberextrakte von mit Trypanosomen infizierten Ratten zu verschiedenen Zeiten des Krankheitsverlaufes hinsichtlich der geschilderten Wirkung verhalten.

Zunächst suchte ich festzustellen, ob sich auch in der Leber und im Serum einer an Trypanosomiasis leidenden oder daran gestorbenen Ratte die lebensverlängernden Stoffe nachweisen lassen.

Zu diesem Zweck wurden systematisch Serum und Leberextrakte von Ratten untersucht, die sich im Anfang, in der Mitte und am Ende der Infektion befanden. Auch wurden Leberextrakte von Ratten kurz nach ihrem an einer Trypanosomiasis erfolgten exitus bezüglich ihrer Wirkung geprüft. Zunächst wurde folgender Versuch ausgeführt.

Versuch XXX.

Am 15. 9. 1908 wird eine Ratte, welche sehr viele Dourinetrypanosomen in ihrem Blut aufweist, getötet. 1 g ihrer Leber wird in physiologischer Kochsalzlösung verrieben, diese Emulsion gekocht und nochmals fein zerrieben. $^1/_2$ ccm dieser Emulsion wird mit $^3/_{10}$ ccm Dourinerattenblut gemischt.

Zur Kontrolle wird 1 g normaler Rattenleber ebenfalls in 10 ccm physiologischer Kochsalzlösung verrieben. Mit $^1/_2$ ccm dieser Emulsion werden $^3/_{10}$ ccm des gleichen Dourinerattenblutes gemischt. Der Versuch wird bei Zimmertemperatur ausgeführt.

Die Trypanosomen bleiben in beiden Röhrchen gleichlange Zeit am Leben, ein Unterschied ergibt sich nicht.

Es hat nach diesem Versuch die Leber, welche von einer mit Dourine infizierten Ratte stammte, in gleicher Weise wie eine normale Rattenleber „lebensverlängernd" gewirkt.

Zu dem folgenden Versuch wurde das Serum einer Ratte benutzt, bei der die Infektion schon weiter fortgeschritten war, als in dem vorstehend mitgeteilten Fall.

Versuch XXXI.

Am 15. 9. 1908 wird eine Ratte, welche seit 5 Tagen mit Dourine infiziert war und zahlreiche Trypanosomen im Blute hatte, entblutet, das Blut wird zentrifugiert und das Serum auf Eis aufbewahrt.

Gleichzeitig wird eine normale, gesunde Ratte entblutet, das Serum ebenfalls zentrifugiert und auf Eis aufbewahrt.

Am 16. 9. 1908 wird mit diesen beiden Sera folgender Versuch bei Zimmertemperatur ausgeführt.

Digitized by Google

	$^3/_4$ Stunden nach Beginn des Versuchs	$2^1/_4$ Stunden nach Beginn des Versuchs	$3^1/_4$ Stunden nach Ansetzen des Versuchs
$^1/_2$ ccm Dourineserum + $^2/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	lebend	wenig beweglich, teilweise agglomeriert[1])	unbeweglich
$^1/_2$ ccm normales Serum + $^2/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	"	lebend	wenig beweglich

In diesem Fall hat das Serum der dourinekranken Ratte nicht in derselben Weise lebensverlängernd gewirkt, wie das Serum des normalen Tieres. Allerdings war der Unterschied nicht sehr erheblich.

Diese Beobachtung gab Veranlassung, den Einfluß des Serums einer trypanosomenkranken, kurz vor dem Tode stehenden Ratte auf Trypanosomen zu prüfen. Außerdem sollten in diesem Versuch zur Erzielung eines deutlichen Ausschlages besonders labile Trypanosomen verwendet werden.

Versuch XXXII.

Am 17. 9. 1908 wird bei Zimmertemperatur folgender Versuch angesetzt. Von einer seit 6 Tagen mit Dourine infizierten, sehr schwer kranken, kurz vor dem Tode stehenden Ratte wird das Serum nach dem Entbluten durch Zentrifugieren gewonnen. Dieses, sowie ein normales Rattenserum und Dourinetrypanosomen enthaltendes Blut, welches von einer seit 7 Tagen mit Dourine infizierten und kurz vor dem Tode stehenden Ratte stammte, werden verwendet.

	20 Minuten nach Beginn des Versuchs	2 Stunden nach Beginn des Versuchs	3 Stunden nach Beginn des Versuchs
$^1/_2$ ccm Dourineserum + $^1/_2$ ccm Dourinerattenblut	unbeweglich	—	—
$^1/_2$ ccm normales Serum + $^1/_2$ ccm Dourinerattenblut	sehr lebhaft beweglich	beweglich	unbeweglich
$^1/_2$ ccm 0,85 %ige NaCl-Lösung (Kontrolle) + $^1/_2$ ccm Dourinerattenblut	unbeweglich	—	—

Es waren sonach die Trypanosomen in dem Dourineserum und in der Kochsalzlösung bereits 20 Minuten nach Beginn des Versuches unbeweglich, während die labilen Trypanosomen in dem normalen Serum noch 2 Stunden nach Ansetzen des Versuches ihre Beweglichkeit bewahrt hatten.

Der „lebensverlängernde" Stoff ist im Serum von Ratten, die hochgradig an einer Dourineinfektion leiden, nicht mehr nachweisbar.

Allerdings wird man, um stets so deutliche Differenzen, wie in vorstehendem Versuch zu erzielen, immer mit Serum von hochinfizierten Ratten und mit sehr labilen Trypanosomen arbeiten müssen.

[1]) Die Agglomeration sieht man deutlich makroskopisch. Die Trypanosomen sind über der zu Boden gesunkenen Schicht der roten Blutkörperchen in Form von „Wölkchen" zusammengeballt. Im normalen Serum sieht man diese Wölkchen nicht, sondern die Trypanosomen liegen in glatter Schicht ausgebreitet über den Blutkörperchen.

Nachdem somit festgestellt war, daß das Serum totkranker Dourineratten nicht mehr „lebensverlängernd" wirkt, prüfte ich die Leber solcher Tiere nach der gleichen Richtung hin.

Früher war bereits mitgeteilt worden, daß die „lebensverlängernden" Stoffe koktostabil sind und einen mehrtägigen Aufenthalt im Brutschrank bei 37° vertragen.

Deshalb konnte in dem folgenden Versuch mit gekochter und in der erwähnten Weise aufbewahrter Leber gearbeitet werden.

Versuch XXXIII.

1 g der Leber einer schwer erkrankt gewesenen Dourinreatte wird am 15. 9. 1908 in 10 ccm physiologischer Kochsalzlösung verrieben, darnach in einem verschlossenen Reagenzglas kurz aufgekocht und bis zum 24. 9. 1908 im Brutschrank bei 37° steril aufbewahrt. Am 24. 9. 1908 bietet diese Emulsion keinerlei Anzeichen von Fäulnis.

Außerdem war am 15. 9. 1908 in derselben Weise 1 g einer normalen Rattenleber in 10 ccm physiologischer Kochsalzlösung aufgekocht und ebenfalls bis zum 24. 9. 1908 steril bei 37° aufbewahrt worden. Auch diese Emulsion läßt am 24. 9. 1908 Anzeichen von Fäulnis nicht erkennen.

Am 24. 9. 1908 wird mit diesen Emulsionen der folgende Versuch bei Zimmertemperatur ausgeführt.

	1 Stunde nach Beginn des Versuchs	2 Stunden nach Beginn des Versuchs	5 Stunden nach Beginn des Versuchs
$^1/_2$ ccm Dourineleber + $^1/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	wenig beweglich	unbeweglich	—
$^1/_2$ ccm normale Leber + $^1/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich	beweglich
$^1/_2$ ccm 0,85 %ige NaCl-Lösung (Kontrolle) + $^1/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	unbeweglich	—	—

Während die Trypanosomen in der Kochsalzkontrolle 1 Stunde und in der Dourineleber 2 Stunden nach Beginn des Versuches unbeweglich sind, zeigen sie in der normalen Leber noch 5 Stunden nach Ansetzen des Versuches deutliche Bewegungserscheinungen.

Es kommt demnach der Leber einer schwer kranken, mit Dourine infizierten Ratte nicht eine gleich starke „lebensverlängernde" Wirkung zu, wie der Leber einer normalen Ratte.

Da es sich bezüglich des Schwindens der trypanosomenanregenden Wirkung des Serums bei trypanosomenkranken Tieren insofern um einen spezifischen Vorgang hätte handeln können, als das Serum der infizierten Tiere gegen Ende der Krankheit vielleicht nur auf die die Infektion bedingende Trypanosomenart keinen Einfluß mehr auszuüben vermochte, dagegen anderen Trypanosomenarten gegenüber diese Fähigkeit bewahrt hatte, so wurden folgende Versuche unternommen.

Digitized by Google

Versuch XXXIV.

Am 24. 9. 1908 wird je 1 Ratte mit $^{6}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut bezw. mit $^{6}/_{10}$ ccm Naganarattenblut intraperitoneal injiziert. Am 26. 9. 1908 abends leben noch beide Tiere. Am 27. 9. 1908 früh werden sie beide tot aufgefunden, Totenstarre ist vorhanden. An den Leichen sind Anzeichen von Fäulnis nicht bemerkbar. Die Lebern werden, jede für sich, mit physiologischer Kochsalzlösung im Verhältnis 1 : 10 verrieben, kurz aufgekocht, nochmals verrieben und nochmals kurz aufgekocht. Die Emulsionen werden bis zum 28. 9. 1908 steril auf Eis aufbewahrt.

Zur Kontrolle wird eine am 25. 9. 1908 ebenso hergestellte und bis zum 28. 9. 1908 auf Eis aufbewahrte Leberemulsion von einer normalen Ratte verwendet.

Außerdem waren am 26. 9. 1908 2 Ratten, die eine mit $^{1}/_{2}$ ccm Dourinerattenblut, die andere mit $^{1}/_{2}$ ccm Naganarattenblut infiziert worden. Das Blut dieser beiden Tiere wird zu dem am 28. 9. 1908 bei Zimmertemperatur ausgeführten Versuch verwendet.

	1 Stunde nach Beginn des Versuchs	$1^{1}/_{2}$ Stunden nach Beginn des Versuchs	$1^{3}/_{4}$ Stunden nach Beginn des Versuchs
$^{1}/_{2}$ ccm Dourineleber + $^{2}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	sehr beweglich	fast alles unbeweglich	unbeweglich
$^{1}/_{2}$ ccm normale Leber + $^{2}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	„	sehr beweglich	sehr beweglich
$^{1}/_{2}$ ccm 0,85 %ige NaCl-Lösung (Kontrolle) + $^{2}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	unbeweglich	—	—
$^{1}/_{2}$ ccm Dourineleber + $^{2}/_{10}$ ccm Naganarattenblut	sehr beweglich	sehr wenig beweglich	fast alles unbeweglich
$^{1}/_{2}$ ccm normale Leber + $^{2}/_{10}$ ccm Naganarattenblut	„	sehr beweglich	sehr beweglich
$^{1}/_{2}$ ccm 0,85 %ige NaCl-Lösung (Kontrolle) + $^{2}/_{10}$ ccm Naganarattenblut	fast alles unbeweglich, einige wenig beweglich	einige Trypanosomen zuckend, die anderen unbeweglich	unbeweglich
$^{1}/_{2}$ ccm Naganaleber + $^{2}/_{10}$ ccm Naganarattenblut	sehr beweglich	fast alles unbeweglich, einige Trypanosomen sehr wenig beweglich	„
$^{1}/_{2}$ ccm Naganaleber + $^{2}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	„	unbeweglich	—

Somit wirkte die Leber einer an Dourine verendeten Ratte weder für Dourinetrypanosomen noch für Naganatrypanosomen und die Leber einer an Nagana eingegangenen Ratte weder für Naganatrypanosomen noch für Dourinetrypanosomen lebensverlängernd, wohingegen die normale Leber für beide Trypanosomenarten deutlich ihre lebensverlängernde Wirkung entfaltete.

Diese Beobachtungen werden weiterhin durch einen am 2. 10. 1908, ebenso durch einen am 12. 10. 1908 ausgeführten Versuch bestätigt. Das Protokoll des letztgenannten Versuches veranschaulicht diese Tatsachen besonders deutlich und soll deshalb hier kurz wiedergegeben werden.

Versuch XXXV.

Zwei zu gleicher Zeit und in derselben Weise mit Nagana bezw. mit Dourine infizierte Ratten werden in extremis entblutet und ihr Blut zu dem Versuch verwendet, in dem wiederum die in der üblichen Weise hergestellten Emulsionen von „Dourineleber“, „Naganaleber“ und „normaler Leber“ zur Untersuchung gelangen.

	$^{3}/_{4}$ Stunden nach Beginn des Versuchs	3 Stunden nach Beginn des Versuchs
$^{1}/_{2}$ ccm Dourineleber + $^{2}/_{10}$ ccm Dourinerattenblut	unbeweglich	—
$^{1}/_{2}$ ccm Dourineleber + $^{2}/_{10}$ ccm Naganarattenblut	„	—
$^{1}/_{2}$ ccm Naganaleber + $^{2}/_{10}$ ccm Naganablut	„	—
$^{1}/_{2}$ ccm Naganaleber + $^{2}/_{10}$ ccm Dourineblut	„	—
$^{1}/_{2}$ ccm physiol. NaCl-Lösung + $^{2}/_{10}$ ccm Dourineblut	„	—
$^{1}/_{2}$ ccm physiol. Kochsalzlösung + $^{2}/_{10}$ ccm Naganablut	„	—
$^{1}/_{2}$ ccm normale Leber + $^{2}/_{10}$ ccm Dourineblut	sehr lebhaft beweglich	sehr lebhaft beweglich
$^{1}/_{2}$ ccm normale Leber + $^{2}/_{10}$ ccm Naganablut	„	„

Auch dieser Versuch führte somit zu demselben Ergebnis wie die früheren in dieser Richtung angestellten.

In der Leber der an Dourine verendeten Ratten sind weder für Dourinetrypanosomen noch für Naganatrypanosomen die in der normalen Leber vorhandenen „lebensverlängernden“ Stoffe nachweisbar. Entsprechend verhält sich die Leber von an Nagana verendeten Ratten.

Nach allen diesen Versuchsergebnissen läßt sich zusammenfassend sagen, daß die „lebensverlängernden“ Stoffe während einer Trypanosomeninfektion allmählich abnehmen, so, daß sie am Ende der Krankheit im Serum überhaupt nicht mehr, in der Leber nur noch in geringem Maße nachweisbar sind.

Versuche über den Einfluß der Behandlung trypanosomeninfizierter Tiere mit Leberextrakt auf den Verlauf der Trypanosomeninfektion.

Wie in den vorstehenden Kapiteln erwähnt war, wirkt der Leberextrakt in konzentrierter Form in vitro auf die Trypanosomen schädigend ein. Es schien deshalb nicht ohne Interesse zu sein, einen Einblick zu gewinnen, ob der Verlauf einer Trypanosomeninfektion in irgend einer Weise durch Injektionen von Leberextrakt in den infizierten Organismus beeinflußt werden könnte.

Es wurden deshalb Mäuse, Ratten und Kaninchen, die mit Trypanosomen infiziert waren, mit großen Dosen von Leberextrakt wiederholt subkutan behandelt, in der Absicht, dadurch einen schädigenden Einfluß auf die Trypanosomen auszuüben.

Ein großes, sehr schwer an Dourine erkranktes Kaninchen erhält so innerhalb 8 Tagen in 5 Dosen 18 ccm Schweineleberextrakt (Verdünnung 1 : 10). Die Behandlung hatte keinen Erfolg. Das Tier starb 8 Tage nach der letzten Injektion. Auch bei hochinfizierten Mäusen und Ratten wurde durch Extraktinjektion niemals eine Besserung erzielt. In den meisten Fällen hatte es vielmehr den Anschein, daß die Einspritzung des Extraktes auf die Trypanosomen anregend und somit infektionsbefördernd wirkte.

Digitized by Google

Versuche, die Arsentherapie der Trypanosomiasis durch Injektionen von Leberextrakt zu unterstützen, haben zu eindeutigen Ergebnissen bisher noch nicht geführt.

Wohl aber zeigte es sich bei diesen Experimenten, daß das Serum hochinfizierter, trypanosomenkranker Ratten, welches im Reagenzglase bereits keinerlei „lebensverlängernde" Wirkung auf Trypanosomen ausübte, infolge der Atoxylbehandlung diese Fähigkeit einige Zeit später wiedererlangt hatte. Es sind in dieser Hinsicht eine Reihe von Beobachtungen gemacht worden, die alle ein und dasselbe Resultat zeitigten. Nachstehend sei ein Protokoll eines derartigen Versuches, bei welchem die Erscheinung besonders deutlich hervortrat, mitgeteilt.

Versuch XXXVI.

Einer hochinfizierten Dourineratte, deren Tod in wenigen Stunden zu erwarten stand, wird Serum aus dem Schwanz und der Schenkelvene entnommen (Serum I). Hiernach erhält die Ratte 2 ccm einer 3 %igen Atoxyllösung subkutan injiziert. Am nächsten Tage früh sind nur noch vereinzelte Trypanosomen in ihrem Blute nachweisbar. Es wird dem Tiere jetzt nochmals Serum aus dem Schwanz und der Schenkelvene entnommen (Serum II). Die Ratte wird nach dieser Atoxylbehandlung in der Folgezeit frei von Trypanosomen.

Je $^{3}/_{4}$ ccm der beiden Sera werden mit je einem Tropfen Dourinerattenblut einer anderen sehr hochinfizierten Ratte (labile Trypanosomen) in Kapillaren zusammengebracht. Zur Kontrolle wird ein Tropfen trypanosomenhaltigen Blutes mit $^{3}/_{10}$ ccm 0,85 %iger NaCl-Lösung gemischt. Der Versuch wird bei Zimmertemperatur ausgeführt.

	$^{1}/_{2}$ Stunde nach Beginn des Versuchs	2 Stunden nach Beginn des Versuchs	3 Stunden nach Beginn des Versuchs
$^{3}/_{10}$ ccm Serum I + 1 Tropfen Dourineblut	unbeweglich. (Makroskopisch u. mikroskopisch agglomeriert)	—	—
$^{3}/_{10}$ ccm Serum II + 1 Tropfen Dourineblut	sehr lebhaft beweglich	beweglich	unbeweglich
$^{3}/_{10}$ ccm 0,85 %ige NaCl-Lösung + 1 Tropfen Dourineblut	unbeweglich. (Nicht agglomeriert)	—	—

Die Trypanosomen blieben sonach in dem nach der Atoxylinjektion im Stadium der Heilung entnommenen Serum II $1^{1}/_{2}$ Stunden länger beweglich als in der Kochsalzkontrolle und in dem auf der Höhe der Infektion entnommenen Serum.

Infolge der Atoxylbehandlung tritt die „lebensverlängernde" Wirkung des Serums, auch wenn sie infolge der Infektion bereits völlig geschwunden war, wieder deutlich in Erscheinung. Zu betonen ist dabei allerdings, daß das Serum der infizierten Tiere diese Fähigkeit nicht sofort nach der Atoxyleinspritzung, sondern erst einige Zeit später, wenn sich das Tier bereits im Stadium der Heilung befindet, wiedererlangt.

Die Arbeit ist im Laboratorium des Herrn Geheimrat Prof. Dr. Uhlenhuth angefertigt worden. Abgeschlossen: September 1910.

Ist das durch Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken verunreinigte Wasser für Haustiere gesundheitsschädlich?

Von

Dr. med. vet. C. Titze,

Regierungsrat und Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

Chlorkaliumfabriken und ähnliche gewerbliche Anlagen leiten die bei der Verarbeitung der Rohsalze entstehenden stark salzhaltigen Abwässer, die sogenannten End- oder Ablaugen, gewöhnlich in die öffentlichen Wasserläufe, wodurch diese zeitweise erheblich versalzen werden.

Die bei der Carnallitverarbeitung entstehenden Endlaugen aus den Chlorkaliumfabriken enthalten neben kleineren Mengen von Kalium, Natrium und Schwefelsäure namentlich Chlormagnesium.

Bei Gelegenheit der Erstattung eines Gutachtens durch den Reichs-Gesundheitsrat über die Versalzung von Wipper und Unstrut durch Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken, das durch die Herren Beckurts, A. Orth und Spitta[1]) bearbeitet worden ist, trat an die Veterinärabteilung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes die Aufgabe heran, durch Versuche festzustellen, ob in der gedachten Weise versalzenes Wasser, wenn es zum Tränken von Haustieren benutzt wird, deren Gesundheit beeinträchtigen kann.

Versuchsergebnisse, die zur Beantwortung dieser Frage herangezogen werden könnten, liegen bis jetzt nur in geringer Anzahl vor.

Künnemann[2]) berichtet über Versuche an zwei acht Wochen alten Schweinen, an einem Hammel und einem Pferde mit chlormagnesiumhaltiger Milch (Schweine), chlormagnesiumhaltiger Weizenkleie (Hammel) und chlormagnesiumhaltigem Tränkwasser (Pferd).

Den Schweinen wurden zunächst täglich je 2 g Chlormagnesium in 2 l Magermilch, der etwas Schrot beigemengt war, auf einmal verabreicht. Die Schweine nahmen das chlormagnesiumhaltige Futter, das 14 Tage gereicht wurde, gern und verzehrten es schnell. Krankheitserscheinungen traten bei keinem Tiere auf. Vom 15. Tage an wurde die Menge Chlormagnesium in dem Futter alle zwei Tage verdoppelt. Bis zur Verabreichung von täglich 16 g pro Schwein verzehrten die Tiere das Futter schnell und ohne Anstand. Die nächst höhere Gabe bestand aus 20 g

[1]) Arb. aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte 38. Bd. 1911, 1. Heft, S. 1—124.

[2]) Journal für Landwirtschaft, 1907. Verlag Paul Parey, Berlin.

Digitized by Google

Chlormagnesium pro Schwein. Als diese dem Futter beigemengt wurde, zeigten die Schweine zum erstenmal weniger große Freßlust. Das Futter wurde zwar genommen, aber sehr langsam und erst nach Verlauf eines halben Tages vollständig aufgezehrt. Bei der Verabreichung der gleichen Menge Chlormagnesium am darauf folgenden Tage war die Freßlust noch geringer; das mit der größten Menge Chlormagnesium versetzte Futter wurde selbst im Verlaufe eines ganzen Tages nicht mehr vollständig aufgenommen. Dabei zeigten die Schweine die gleiche Munterkeit wie vordem und fraßen Futter ohne Zusatz von Chlormagnesium gierig. Die Entleerungen der beiden Versuchstiere zeigten während der dreiwöchigen Versuchsdauer keine Abweichungen von der Norm. Beide Schweine haben sich auch während des Versuchs gut entwickelt.

Der Hammel erhielt das Chlormagnesium in einem Kleientrank. Die zur Verabreichung bestimmte Menge Chlormagnesium wurde in $^1/_2$ l Wasser gelöst, und letzteres mit $^1/_2$ kg Weizenkleie zu einem schlaffen Brei angerührt. Zunächst bekam das Tier drei Tage lang täglich 5 g Chlormagnesium. Da es diese Chlormagnesiummenge in der dargebotenen Form gern fraß, erhielt es während weiterer drei Tage je 10 g, sodann acht Tage lang je 20 g und im Anschluß hieran drei Tage lang je 40 g. Als nun weiterhin 80 g Chlormagnesium der Kleie zugemischt wurden, verweigerte der Hammel die Aufnahme des Futters. Am folgenden Tage wurden deshalb nur 60 g gegeben, die der Hammel in dem Kleientrank schnell verzehrte. Nach dreitägiger Verabreichung von je 60 g wurde nochmals ein Versuch mit 80 g Chlormagnesium gemacht, indessen mit dem gleichen Mißerfolg wie zuvor. Während der ganzen Versuchsdauer zeigte der Hammel niemals Gesundheitsstörungen.

Das Pferd, das Künnemann bei seinem Versuche benutzte, erhielt zunächst acht Tage lang täglich 20 g Chlormagnesium abwechselnd im Trinkwasser und im Gemische mit Weizenschalen. Während dieser Zeit traten keine Störungen im Allgemeinbefinden des Pferdes hervor. Darauf wurden dem Trinkwasser (8 l) 40 g Chlormagnesium zugesetzt. Das Pferd nahm das Wasser nur ungern und zögernd auf und leerte den Eimer erst im Verlaufe eines Tages. Bei einer wiederholten Verabreichung von 40 g Chlormagnesium im Trinkwasser zeigte das Pferd die gleiche Abneigung gegen dessen Aufnahme wie am Tage zuvor. Auch das Kleienfutter, dem 40 g Chlormagnesium zugesetzt waren, verzehrte es nur langsam und ohne rechten Appetit. Nunmehr erhielt das Tier in Latwergenform zunächst zwei Tage hintereinander je 50 g, dann je 100 g, weiterhin 200 g und nach weiteren zwei Tagen 400 g Chlormagnesium. Krankheitserscheinungen traten hiernach nicht auf. Als dann aber die Menge von 800 g Chlormagnesium gegeben wurde, zeigte sich das Pferd abends krank. Es traten Störungen der Herztätigkeit auf, der Puls erfolgte 28 mal in der Minute, war ungleichmäßig und unregelmäßig; häufig blieb der dritte Schlag aus oder war nur äußerst schwach zu fühlen. Der Kot war breiig bis wässerig; ferner bestand Appetitmangel. Erst am sechsten Tage nach Verabreichung der 800 g Chlormagnesium zeigte sich das Pferd wieder vollkommen munter.

Da die Versuche Künnemanns an einer kleinen Anzahl von Tieren und nur kurze Zeit hindurch angestellt worden sind, da ferner durch die Verfütterung des reinen Salzes den natürlichen Verhältnissen, wie sie bei der Verwendung versalzenen

Digitized by Google

Flußwassers gegeben sind, zu wenig Rechnung getragen worden ist, kann aus den Versuchen auf die Unschädlichkeit versalzenen Flußwassers als Tränkwasser für Haustiere nicht geschlossen werden. Künnemann selbst bemerkt, daß seine Versuche nicht bis zu einer erschöpfenden Beantwortung der Frage geführt werden konnten und lediglich gewisse Anhaltspunkte für eine gutachtliche Beurteilung der Versalzung von Wasser durch Endlaugen zu geben vermögen.

Eigene Untersuchungen.

Die Versuche sind an Schafen und Gänsen ausgeführt worden.

A. Versuche an Schafen.

Angeblich werden in den in Betracht kommenden Gegenden am häufigsten Schafe durch die Aufnahme von versalzenem Tränkwasser geschädigt. Deshalb sind zu unsern Versuchen zunächst Schafe, insgesamt acht, und zwar sechs Hammel und zwei weibliche Tiere (Nr. 7 und 9) im Alter von je $1^1/_2$ Jahren (Rambouilletkreuzung) benutzt worden. Ein neuntes Schaf, das für die Versuche angekauft worden war, mußte ausgeschieden werden, da es während der Versuche an der sog. Drehkrankheit, bedingt durch das Schmarotzertum des Coenurus cerebralis erkrankte und daran zugrunde ging. Es war das ursprüngliche Versuchsschaf Nr. 8.

Bevor mit den eigentlichen Versuchen begonnen wurde, ist in einem Vorversuche, der vom 24. Juli bis 24. August 1908 währte, das Verhalten der Tiere hinsichtlich ihrer Freßlust und Futterverwertung geprüft worden. Die Schafe wurden ständig im Freien gehalten, jedes Tier in einer besonderen Bucht, und ausschließlich mit Wiesenheu mittlerer Qualität gefüttert, wovon sie täglich im Durchschnitt $^3/_4$—1 kg fraßen. Wasser wurde täglich in der Menge von 1,5—2 l aufgenommen. Die Menge des aufgenommenen Futters und Getränks wurde in der Weise festgestellt, daß die nicht aufgenommenen Reste des zugewogenen und zugemessenen Futters und Getränks soweit möglich zurückgewogen und zurückgemessen wurden.

Das Verhalten des Körpergewichts der Schafe während der Periode vom 24. Juli 1908 bis 21. August 1908 ist aus der nachstehenden Tabelle 1 zu ersehen.

Tabelle 1. (Vorversuch.)

Tag der Wägung	Nr. 1 Hammel	Nr. 2 Hammel	Nr. 3 Hammel	Nr. 4 Hammel	Nr. 5 Hammel	Nr. 6 Hammel	Nr. 7 weiblich	Nr. 9 weiblich
	Gewicht in kg							
24. Juli 1908	32,5	29,0	34,0	31,0	30,0	30,0	34,5	27,5
29. „ 1908	31,0	30,0	36,0	33,0	30,0	32,0	32,5	26,0
3. August 1908	33,0	32,0	37,5	35,0	32,0	31,5	32,5	28,0
8. „ 1908	33,0	26,0	38,0	35,0	33,0	32,0	33,0	29,5
13. „ 1908	33,0	28,0	38,0	35,0	32,5	33,0	33,0	29,0
18. „ 1908	32,5	30,0	37,0	34,5	31,0	34,5	33,0	29,0
21. „ 1908	33,0	31,0	36,5	34,0	32,0	33,0	32,5	28,0

Auf Grund des Ergebnisses des Vorversuches wurden die acht Schafe in der Weise in Gruppen geteilt, daß in die Gruppe der Kontrolletiere (Gruppe I) drei Schafe

Digitized by Google

genommen wurden, von denen das eine (Nr. 7) eine Gewichtsabnahme um 2 kg, das zweite (Nr. 1) eine Gewichtszunahme um 0,5 kg und das dritte (Nr. 2) eine solche um 2,0 kg aufwies. Die durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme der Kontrollgruppe betrug 0,018 kg, auf das einzelne Tier berechnet 0,006 kg. In die Gruppe der mit schwach versalzenem (60°igem) Wasser zu tränkenden Schafe (Gruppe II) wurden drei Tiere genommen, von denen das eine (Nr. 9) während des Vorversuches eine Gewichtszunahme um 0,5 kg, das zweite (Nr. 5) um 2,0 kg und das dritte (Nr. 4) um 3,0 kg gezeigt hatte. Die durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme der Gruppe II betrug 0,196 kg, auf das einzelne Tier berechnet 0,065 kg. In die Gruppe, die mit stark versalzenem (600°igem) Wasser getränkt wurde (Gruppe III), kamen zwei Schafe, von denen das eine (Nr. 3) während des Vorversuches um 2,5 kg, das zweite (Nr. 6) um 3,0 kg zugenommen hatte. Hier betrug demnach die durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme 0,195 kg, auf das einzelne Tier berechnet 0,0975 kg.

Die Einteilung der Schafe in Gruppen wurde in der Weise vorgenommen, daß als Versuchstiere, d. h. als Tiere, die mit schwach und stark versalzenem Wasser getränkt werden sollten, nur solche Schafe ausgewählt wurden, die während des Vorversuchs eine Gewichtszunahme aufzuweisen hatten. Die Versuchstiere wurden ferner so zu Gruppen zusammengestellt, daß die durchschnittliche Gewichtszunahme der Gruppen nicht zu stark von einander abwich. Bei dieser Art der Zusammenstellung der Tiere zu Versuchsgruppen war zu erwarten, daß Gesundheitsschädigungen, die sich in Gewichtsabnahmen äußern, am ehesten deutlich in Erscheinung treten würden. Ein nennenswerter Unterschied in den Gewichtszunahmen ist, wenn alle drei Gruppen (Kontrolle- und Versuchstiere) ins Auge gefaßt werden, nur dadurch zustande gekommen, daß Schaf 7 (Gruppe I) aus einer nicht feststellbaren Ursache anfänglich abmagerte und sich erst später, aber vollkommen, erholte (vergl. die Gewichtstabellen).

Die Tiere der Gruppe I (Kontrollegruppe), die die Schafe 1, 2 und 7 umfaßte, wurden mit Leitungswasser getränkt, das nach der im Hygienischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes vorgenommenen Untersuchung eine Gesamthärte von 8,8° hatte: Calciumhärte = 8°, Magnesiumhärte = 0,8°, Chlor = 19 mg im Liter.

Die Tiere der Gruppen II und III (Versuchstiergruppen) erhielten das gleiche Leitungswasser mit einem Zusatz von Endlaugen, die, wie schon angedeutet, in solchen Mengen beigefügt wurden, daß eine Verhärtung (Magnesiumhärte) um 60° (Gruppe II) und eine Verhärtung um 600° (Gruppe III) resultierte. Die in dem Leitungswasser vorhandene, größtenteils transitorische, geringe Kalkhärte konnte vernachlässigt werden.

Die sehr starke Verhärtung des Wassers um 600° für die Gruppe III ist gewählt worden, um gegebenenfalls deutliche Ausschläge in den Versuchsergebnissen zu erhalten. Eine Härte des Wassers von 60° entspricht den wirklichen Verhältnissen, da z. B. eine Versalzung des Wipperwassers in dieser Stärke sehr häufig vorkommt und sogar überschritten wird.

Die zur Verfügung stehende Endlauge enthielt, wie die in dem Hygienischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes ausgeführte Untersuchung ergab, 311 g Chlor, 2,72 g Schwefelsäure (SO_4), 70,1 g Magnesium in 1 l. Das spezifische Gewicht der Endlauge betrug bei 15° C 1,299. Aus dieser Endlauge wurden

die beiden Arten von verhärtetem Tränkwasser (60° und 600°) in der Weise hergestellt, daß je 3,7 und 37 ccm Endlauge zu 1 l Leitungswasser zugefügt wurden.

Das um 60° verhärtete Wasser hatte einen leicht bitter-salzigen Geschmack, das um 600° verhärtete schmeckte stark salzig-bitter.

Die Gruppe II umfaßte die Schafe Nr. 4, 5 und 9, die Gruppe III die Schafe Nr. 3 und 6. Das dritte, Gruppe III zugeteilt gewesene Schaf ist während des Versuchs an der Drehkrankheit eingegangen (S. 370).

Am 24. August 1908 begannen die eigentlichen Versuche.

Während der ersten Versuchszeit, vom 24. August bis 31. Oktober 1908, haben die einzelnen Tiere folgende Wassermengen aufgenommen:

	Leitungswasser			Um 60° verhärtetes Wasser			Um 600° verhärtetes Wasser	
	Tier 1	Tier 2	Tier 7	Tier 4	Tier 5	Tier 9	Tier 3	Tier 6
Gesamtmenge Liter in 69 Tagen	110,4	117,0	117,5	107,5	116,6	115,1	92,2	83,4
Durchschnittlich Liter pro Tag	1,6	1,7	1,7	1,6	1,7	1,7	1,3	1,2

Zwischen den Kontrolletieren und den Tieren, die um 60° verhärtetes Wasser erhielten, bestand hinsichtlich der von ihnen aufgenommenen Wassermenge kein Unterschied. Dagegen tranken die beiden Hammel Nr. 3 und 6 das Wasser, das um 600° verhärtet war, langsamer und nahmen auch um $^1/_4$ weniger auf als die übrigen Tiere.

Gesundheitsstörungen wurden während der Versuchsdauer bei keinem der Tiere beobachtet, auch nicht bei den beiden Hammeln, die um 600° verhärtetes Wasser erhielten. Der Kot hatte stets normale Konsistenz und Beschaffenheit.

Das Verhalten der Körpergewichte der Versuchstiere ist in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2.

Tag der Wägung	Leitungswasser						Um 60° verhärtetes Wasser						Um 600° verhärtetes Wasser			
	Tier 1		Tier 2		Tier 7		Tier 4		Tier 5		Tier 9		Tier 3		Tier 6	
	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme [1])	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme	Gewicht kg	Zu oder Abnahme	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme	Gewicht kg	Zu- oder Abnahme
26. August 1908	35,0	—	28,5	—	33,5	—	34,0	—	31,0	—	29,0	—	34,0	—	30,0	—
5. Sept. 1908	31,0	— 4,0	29,5	+ 1,0	32,0	— 1,5	32,0	— 2,0	30,0	— 1,0	27,5	— 1,5	32,0	— 2,0	26,0	— 4,0
15. „ 1908	31,6	— 3,4	29,0	+ 0,5	32.6	— 0,9	32,6	— 1,4	29,5	— 1,5	27,5	— 1,5	31,4	— 2,6	25,0	— 5,0
26. „ 1908	33,0	— 2,0	31,3	+ 2,8	35,4	+ 1,9	35,2	+ 1,2	31,3	+ 0,3	29,5	+ 0,5	35,3	+ 1.3	26,1	— 3.9
6. Oktober 1908	32,7	— 2,3	31,0	+ 2,5	35,5	+ 2,0	33,5	— 0,5	31,0	± 0	29,4	+ 0,4	37,5	+ 3,5	30,8	+ 0,8
17. „ 1908	34,0	— 1,0	32,8	+ 4,3	37,5	+ 4,0	34,9	+ 0,9	31,5	+ 0,5	30,5	+ 1,5	32,5	— 1,5	26,5	— 3,5
27. „ 1908	34,0	— 1,0	33,5	+ 5,0	37,5	+ 4,0	36,3	+ 2,3	31,6	+ 0,6	32,0	+ 3,0	33,6	— 0,4	25,6	— 4,4

[1]) Bezogen auf das Anfangsgewicht am 26. August 1908.

Zu Beginn des Versuchs zeigten alle Tiere außer Nr. 2 eine Gewichtsabnahme, die auf die sehr nasse Witterung gegen Ende des Monats August und im Anfang des Monats September zurück geführt werden muß. Nachdem nämlich gegen Mitte September trockeneres Wetter eingetreten war, ging das Gewicht aller Tiere in die Höhe.

Ende Oktober zeigte sich folgendes Ergebnis:

Verglichen mit ihrem Anfangsgewicht am 26. August 1908, hatten die beiden Kontrolletiere Nr. 7 und 2 um 4 und 5 kg zugenommen, Nr. 1 dagegen um 1 kg abgenommen. Die durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme der ganzen Gruppe I betrug 0,126 kg, auf das einzelne Tier berechnet 0,042 kg.

Die drei Tiere der Gruppe II, die um 60° verhärtetes Wasser erhalten hatten, waren im Gewichte gestiegen, allerdings nicht erheblich (0,6 bis 3,0 kg). Die durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme der ganzen Gruppe II betrug 0,095 kg, auf das einzelne Tier berechnet 0,032 kg.

Die beiden mit Wasser von 600 Härtegraden getränkten Hammel der Gruppe III hatten in ihrem Körpergewicht abgenommen: Nr. 8 nur um 0,4 kg, Nr. 6 dagegen um 4,4 kg. In dieser Gruppe III zeigte sich eine durchschnittliche tägliche Gewichtsabnahme um 0,078 kg, auf das einzelne Tier berechnet um 0,039 kg.

Die Durchschnittszahlen der Zu- oder Abnahme des Körpergewichts, die für das einzelne Tier jeder Gruppe angegeben sind, lassen sich nun mit den entsprechenden Zahlen des Vorversuchs, aber auch unter einander, vergleichen, da die durchschnittlichen Anfangsgewichte der Tiere der einzelnen Gruppen nur wenig von einander abwichen. Der Vergleich ergibt folgendes:

Die durchschnittlichen täglichen Gewichtsveränderungen während des Vorversuchs und des Versuchs in der Zeit vom 24. August bis 27. Oktober 1908 betrugen bei

	Gruppe I. Kontrolletiere	Gruppe II. 60°-Tiere	Gruppe III. 600°-Tiere
Vorversuch (alle Gruppen erhalten Leitungswasser)	+ 0,006 kg	+ 0,065 kg	+ 0,0975 kg
Versuchszeit vom 24. August bis 27. Okt. 1908	+ 0,042 „	+ 0,032 „	— 0,039 „

Diese Gewichtszu- und -abnahmen bedeuten an sich noch kein auffallendes und eindeutiges unterschiedliches Verhalten der Tiere der drei Gruppen. Durchschnittszahlen, die aus dem Verhalten einer kleinen Zahl von Versuchstieren berechnet werden, lassen sich nicht als Beweismittel anführen, solange sich die Zahlen innerhalb physiologischer Grenzen bewegen. In unsern Versuchen waren die Unterschiede in der Bewegung des Körpergewichts bei den einzelnen Tieren derselben Gruppe teilweise erheblicher als die der mittleren Gewichtszahlen bei den Tieren der verschiedenen Gruppen.

Die Versuche wurden daher fortgesetzt, und die Schafe wurden auch in der Folgezeit, und zwar bis zum 28. Dezember 1908, im Freien gehalten, um gleichzeitig

die ungünstigen klimatischen Einflüsse auf sie einwirken zu lassen; denn es war nicht ausgeschlossen, daß hierbei ausgesprochenere Unterschiede im Verhalten der drei Gruppen sich bemerkbar machten.

Um festzustellen, ob etwa unter dem Einfluß der Verabreichung des salzigen Tränkwassers Veränderungen des Blutes auftreten im Sinne der Änderung des Hämoglobingehaltes und der Zahl der roten Blutkörperchen, wurden während der zweiten Versuchsperiode auch Bestimmungen des Hämoglobingehaltes nach Gower-Sahli und der Blutkörperchenzahl mittels der Thoma-Zeißschen Zählkammer (später in der Modifikation nach Bürker) vorgenommen. Die Blutuntersuchungen hat der ständige Mitarbeiter, Herr Dr. Müller (Hygienisches Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes), ausgeführt.

Bei der ersten Untersuchung, die am 24. und 25. November vorgenommen worden ist, wurden nicht unerhebliche Unterschiede in dem Verhalten der Tiere der drei Gruppen gefunden. So betrug im Mittel der relative Hämoglobingehalt der Gruppe I 72, der der Gruppe II 61 und der der Gruppe III 50. Die Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cmm belief sich bei den Tieren der Gruppe I auf 11 Millionen, bei denen der Gruppe II auf 10 Millionen und bei denen der Gruppe III auf 7 Millionen. Die späteren Blutuntersuchungen haben aber weniger eindeutige Ergebnisse geliefert, wie aus Tabelle 3 ersichtlich ist.

Tabelle 3. Mittelwerte aus den Blutuntersuchungen.

Tag der Untersuchung	Hämoglobingehalt			Blutkörperchen im cbmm: Millionen		
	Kontrolltiere	„60° Tiere“	„600° Tiere“	Kontrolltiere	„60° Tiere“	„600° Tiere“
24.—25. November 1908	72	61	50	11	10	7
14.—16. Dezember 1908	53	56	40	10	10	8
30. Dez. 1908 bis 2. Januar 1909	56	55	45	10	9	8
13.—14. Januar 1909 [1])	51	—	50	9	—	9
1.—3. Februar 1909 [2]) (ohne Tier 2)	47	—	44	8	—	7
9.—10. März 1909 [3]) (ohne Tier 2 u. 6)	45	—	43	9	—	8

Bestimmte Schlüsse lassen sich demnach aus den Ergebnissen der Blutuntersuchungen nicht ziehen.

Die kalte und nasse Witterung, die gegen Ende November herrschte, war für die im Freien gehaltenen Tiere nachteilig, so daß eine erhebliche Gewichtsabnahme auch bei den Kontrolletieren auftrat (vergl. Tabelle 4). Daneben zeigte sich eine Abnahme des Hämoglobingehaltes.

[1]) 29. Dezember bis 12. Januar erhalten alle Tiere Leitungswasser im Stall, von da an 4 Tiere Leitungswasser und 4 Tiere „600°-Wasser“.

[2]) Tier 2 wurde am 17. Januar getötet.

[3]) Tier 6 erhält seit 2. Februar 1909 gewöhnliches Wasser.

Digitized by Google

Tabelle 4.

Tag der Wägung	Kontrolletiere (kg)			60°-Tiere (kg)			600°-Tiere (kg)	
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 7	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 9	Nr. 3	Nr. 6
2. November	34,0	32,5	39,0	35,0	31,5	30,8	35,4	24,9
7. „	33,5	33,0	38,5	35,0	31,5	31,5	34,7	27,2
12. „	32,8	33,3	39,5	34,75	31,5	29,5	36,5	28,5
17. „	33,5	33,0	38,5	35,5	31,5	31,5	39,5	30,5
7. Dezember	30,0	29,0	32,0	30,0	25,5	25,5	31,0	24,5
12. „	30,5	29,5	33,6	32,0	27,0	26,8	33,5	26,2
17. „	30,0	29,8	33,5	32,5	27,0	26,8	33,0	26,3
23. „	23,3	24,5	25,0	23,87	24,0	22,5	26,5	21,0
28. „	24,8	24,7	25,0	24,95	23,9	22,3	25,0	20,45

Anm.: Vom 17. November bis 7. Dezember wurden die Schafe, weil ihr Fell stets vom Regen durchnäßt war, nicht gewogen.

Die acht Hammel wurden daher am 28. Dezember 1908 in einen geheizten, auf einer Temperatur von ungefähr 18° C gehaltenen Stall gebracht und ohne Ausnahme bis zum 12. Januar 1909 mit gewöhnlichem Leitungswasser getränkt. Während dieser Zeit haben sich alle Tiere rasch wieder erholt und durchweg an Gewicht zugenommen, wie aus nachfolgender Zusammenstellung ersichtlich ist:

	Kontrolletiere (kg)			60°-Tiere (kg)			600°-Tiere (kg)	
	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 7	Nr. 4	Nr. 5	Nr. 9	Nr. 3	Nr. 6
Wägung am 28. Dezember 1908	24,8	24,7	25,0	24,95	23,9	22,3	25,0	20,45
„ „ 12. Januar 1909	27,5	26,0	26,0	27,0	27,0	26,0	29,0	26,0
	+ 2,7	+ 1,3	+ 1,0	+ 2,05	+ 3,1	+ 3,7	+ 4,0	+ 5,55

Ein Blick auf die Zusammenstellung lehrt gleichzeitig, daß bei den Versuchstieren die durchschnittliche Gewichtszunahme größer war, als bei den Kontrolletieren, und daß diejenige bei den 600°-Tieren erheblicher war als bei den 60°-Tieren.

Am 12. Januar sind die Versuche erneut aufgenommen, und die Tiere zu diesem Zwecke in zwei Gruppen neu eingeteilt worden. Die eine Gruppe sollte mit Leitungswasser, die andere mit um 600° verhärtetem Wasser getränkt werden.

Das Tränken mit Wasser, das um 60° verhärtet war, fiel jetzt fort, weil nach den gemachten Erfahrungen deutliche Ausschläge davon nicht zu erwarten waren, und außerdem die beschränkten Raumverhältnisse die Teilung der Tiere in drei Gruppen nicht zuließen.

Die Verteilung der Tiere auf die beiden Gruppen wurde in der Weise vorgenommen, daß zwei von den früheren Kontrolletieren (Nr. 2 und 7) auch in dem neuen Versuch Kontrolletiere blieben, also mit Leitungswasser getränkt wurden. Zu ihnen kamen als weitere Kontrolletiere Hammel Nr. 5 (früher mit um 60° verhärtetem Wasser getränkt) und Hammel Nr. 3 (früher mit um 600° verhärtetem Wasser getränkt). Die übrigen Tiere, nämlich die Schafe Nr. 1, 4, 6 und 9 bekamen Wasser, das um 600° verhärtet war. Nr. 1 war in dem ersten Versuchsabschnitte Kontrolle-

tier, Nr. 4 und 9 waren 60°-Tiere und Nr. 6 ein 600°-Tier gewesen. Letzteres Tier ist also am längsten mit um 600° verhärtetem Wasser getränkt worden.

Kontrolletier Nr. 2 wurde am 18. Januar 1909 geschlachtet, weil es in der Zahl der roten Blutkörperchen und im Hämoglobingehalt hinter den übrigen Kontrolletieren etwas zurückblieb. Pathologische Veränderungen ließen sich nach der Schlachtung jedoch nicht nachweisen, auch wurden keine krankmachenden Parasiten gefunden.

Bei dem Aufenthalt in dem warmen Stalle blieb der Anstieg des Körpergewichts bei allen Tieren auch nach Wiederaufnahme des Tränkversuchs bestehen. Es war aber jetzt doch unverkennbar, daß die Schafe, die mit um 600° verhärtetem Wasser getränkt wurden, im Körpergewicht gegenüber den Kontrolletieren zurückblieben (siehe Tabelle 5).

Tabelle 5.

Tag der Wägung	Kontrolletiere (kg)				600°-Tiere (kg)			
	Tier 2	Tier 3	Tier 5	Tier 7	Tier 1	Tier 4	Tier 6	Tier 9
12. Januar 1909	26,0	29,0	27,0	26,0	27,5	27,0	26,0	26,0
18. „ 1909	31,0[1])	32,0	29,5	27,5	30,0	29,9	28,5	27,5
23. „ 1909	—	34,5	32,0	29,0	31,0	29,0	29,0	28,5
28. „ 1909	—	36,0	35,0	30,5	31,0	31,0	30,0	30,0
2. Febr. 1909	—	37,0	37,0	33,0	30,85	33,0	30,6[2])	30,5
9. „ 1909	—	37,0	40,0	33,0	31,5	34,5	30,5	31,0
15. „ 1909	—	38,0	40,5	33,5	32,0	35,0	31,5	32,0
20. „ 1909	—	37,8	40,6	34,1	32,0	35,3	32,3	32,5
25. „ 1909	—	37,5	40,5	34,0	31,5	35,0	32,0	32,0
2. März 1909	—	37,6	40,5	34,5	31,8	35,0	32,5	32,5
7. „ 1909	—	38,0	41,0	35,0	32,0	35,0	32,7	32,7
12. „ 1909	—	41,5	41,3	35,5	33,0	35,5	34,0	33,5
				17. März	17. März			
20. „ 1909	—	42,5	42,0	36,6	33,5	36,3	35,3	34,0

Es haben also, wenn von dem am 17. Januar wegen des auffallenden Blutbefundes getöteten Schafe Nr. 2 abgesehen wird, die Gewichtszunahmen bis zum 2. Februar 1909 betragen im Mittel bei den 600°-Tieren 4,6 kg, bei den Kontrolletieren dagegen 8,3 kg, die Gewichtszunahmen bis zum Schluß der Versuche, wenn von dem vom 2. Februar an mit gewöhnlichem Leitungswasser getränkten Schafe Nr. 6 abgesehen wird, bei den 600°-Tieren 7,8 kg, bei den Kontrolletieren dagegen 13,0 kg, das ist ein Unterschied von 40% zu ungunsten der Schafe, die um 600° verhärtetes Wasser als Getränk erhalten haben.

Die 600°-Tiere Nr. 1, 4 und 9, die im Gegensatze zu dem derselben Versuchsgruppe angehörigen Tiere Nr. 6 während der letzten Versuchsperiode dauernd mit

[1]) Nr. 2 wurde am 17. Januar geschlachtet, weil es in der Zahl der roten Blutkörperchen und im Hämoglobingehalt hinter den übrigen Kontrolletieren etwas zurückblieb. Pathologische Veränderungen ließen sich nicht nachweisen.

[2]) Nr. 6 erhielt vom 2. Februar an bis zum Schluß des Versuches gewöhnliches Leitungswasser, worauf die bestehende Abnahme der Zahl der roten Blutkörperchen und des Hämoglobingehaltes wieder einer Zunahme Platz machte.

Digitized by Google

über 600° hartem Wasser getränkt worden sind, zeigten eine fast dauernde Abnahme ihres Hämoglobingehaltes, während eine Abnahme der Zahl der roten Blutkörperchen weniger erkennbar war, wie nachstehende Zusammenstellung zeigt:

Schaf Nr.	Relativer Hämoglobingehalt			Zahl der roten Blutkörperchen im cbmm in Millionen		
	13. Januar	2. Februar	9. März	13. Januar	2. Februar	9. März
1	55	48	41	9	8	8
4	48	49	42	8	7	7
9	54	46	47	9	8	9

Während des ganzen Versuches vom 24. August 1908 bis 17. März 1909 hat kein Tier ausgesprochene Krankheitserscheinungen gezeigt. Nur bei Tier Nr. 6 fiel die Abmagerung auf.

Am 17. März 1909 wurden die Schafe Nr. 7 aus der Kontrollegruppe und die Schafe Nr. 6 und 8 aus der Versuchsgruppe, die während der letzten Versuchsperiode um 600° verhärtetes Wasser erhalten hatten, geschlachtet und obduziert. Die Tiere waren in mäßig gutem Nährzustande. Pathologische Veränderungen wurden nicht vorgefunden. Namentlich fehlten entzündliche Erscheinungen an der Schleimhaut des Verdauungskanals. Krankmachende Parasiten, deren Vorhandensein vielleicht das abweichende Verhalten der Versuchs- und Kontrolletiere hätte erklären können, waren auch nicht nachzuweisen. Nur bei dem Hammel Nr. 6 waren im Lebergewebe unter der Leberkapsel 12 etwa hanfkorngroße, grauweiße Herde vorhanden, die auf eine frühere Parasiteneinwanderung zurückgeführt werden konnten; denn man findet nicht selten in der Leber des Schafes gleich aussehende Herde als Überbleibsel eingewanderter Parasiten (Cysticercus tenuicollis). Jedenfalls stehen diese Herde mit der Verabreichung des gesalzenen Wassers in keinem ursächlichen Zusammenhange und waren auch für die Gesundheit des damit behafteten Tieres vollkommen belanglos.

Von der Tötung der übrigen, einen völlig gesunden Eindruck machenden Schafe wurde Abstand genommen, weil von der Obduktion dieser Tiere nach dem Schlachtbefunde bei den Tieren Nr. 6, 7 und 9 kein abweichender Befund zu erwarten war.

Aus den bei Schafen angestellten Tränkversuchen lassen sich folgende Ergebnisse ableiten:

1. Die mit Wasser, das durch Zusatz von Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken um 60° verhärtet war, monatelang getränkten Schafe zeigten keine nachweisbaren Gesundheitsstörungen. Sie verhielten sich ganz wie die Kontrolletiere, die mit gewöhnlichem Leitungswasser getränkt wurden.

2. Bei anhaltender Tränkung mit Wasser, das durch Zusatz von Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken um 600° verhärtet war, blieben die Schafe gegenüber den Kontrolletieren im Gewicht nicht unerheblich zurück. Eines derselben zeigte deutliche Zeichen von Abmagerung. Anscheinend wird auch die Blutbeschaffenheit in dem Sinne ungünstig beeinflußt, daß ein Sinken des Hämoglobingehalts eintritt. Doch bedarf dieser Punkt noch weiterer Nachprüfung. Ferner ist das um 600° verhärtete

Wasser von den Schafen nur ungern und in geringerer Menge aufgenommen worden als gewöhnliches Leitungswasser.

B. Versuche an Gänsen.

Als Ergänzung zu den an Schafen ausgeführten Tränkversuchen wurden später auch solche an Gänsen angestellt, einmal, weil im Gebiete der in Betracht kommenden Flüsse, wie Wipper und Unstrut, ausgedehnte Gänsezucht betrieben wird, dann aber auch, weil es immerhin möglich war, daß Wassergeflügel gegenüber der Aufnahme versalzenen Wassers sich anders verhält, empfindlicher ist als Schafe.

Verwendet wurden 15 Gänse im Alter von 5 bis 6 Monaten. Durch eine Beobachtungszeit vom 1. August 1910 bis 16. August 1910 wurde zunächst festgestellt, daß die Tiere keinerlei Krankheitserscheinungen bekundeten und das vorgesetzte Futter und Getränk (Leitungswasser) gut aufnahmen. Vom 5. August an wurden die Gänse alle acht Tage zu der gleichen Tageszeit gewogen.

Die eigentlichen Versuche sind am 16. August begonnen worden.

Die 15 Gänse wurden in drei Gruppen zu je fünf Tieren in folgender Weise eingeteilt:

1. Kontrolletiere (Gruppe I) mit den Gänsen Nr. 1 bis 5. Das Durchschnittsgewicht eines Tieres dieser Gruppe betrug am 5. August 3,16 kg und am 12. August 3,6 kg.

2. Gänse mit den Nummern 6 bis 10, die 60°iges Wasser vorgesetzt erhielten (Gruppe II). Das Durchschnittsgewicht eines Tieres dieser Gruppe betrug am 5. August 3,02 kg und am 12. August 3,44 kg.

3. Gänse, die 600°iges Wasser erhielten (Nr. 11 bis 15) (Gruppe III). Bei diesen Tieren betrug das Durchschnittsgewicht eines Tieres am 5. August 2,99 kg und am 12. August 3,58 kg.

Die Tiere wurden bis zum 11. November 1910 in kleinen Buchten ständig im Freien gehalten. Jede Gruppe (5 Gänse) erhielt vom 1. August an täglich 1 kg gekochte Kartoffeln, 0,5 kg Hafer und 0,75 kg Gerste als Futter. Die tägliche Haferration wurde vom 9. September, die tägliche Gerstenration vom 13. Oktober ab auf je 1 kg erhöht, weil die Tiere das anfänglich gereichte Körnerfutter restlos verzehrten. Die gekochten Kartoffeln sind von den Gänsen weniger gern aufgenommen worden, weshalb die täglich gereichte Menge nicht erhöht zu werden brauchte. Die Ernährung geschah absichtlich mit einem Gemische von wenigen und ihrer Zusammensetzung nach ziemlich gleichmäßigen Futtermitteln, um in dieser Hinsicht für die Versuchs- und die Kontrollegänse eine möglichste Übereinstimmung zu schaffen.

Für jede Gruppe stand ein Wasserkübel zur Verfügung, der 15 l faßte und täglich frisch gefüllt wurde. Wie viel Wasser die einzelnen Gänsegruppen getrunken haben, läßt sich dem Gewicht nach zahlenmäßig genau nicht angeben, da die Tiere das Wasser gleichzeitig als Badewasser benutzten und beim Baden sehr viel Wasser verspritzten.

Aus dem eigentümlichen Verhalten, das die Gänse der Gruppe III beim Trinken zeigten, ist zu schließen, daß ihnen der stark salzige Geschmack des um 600° ver-

Digitized by Google

härteten Wassers auffiel. Die Gänse tranken zunächst nur wenig von dem Wasser, traten dann von dem Wassergefäße zurück, schüttelten sich und warteten einige Zeit, bis sie von neuem Wasser aufnahmen. Sie schränkten aber nicht, wie die Schafe, ihre Wasseraufnahme überhaupt ein, sondern nahmen im Gegenteil bedeutend mehr Wasser auf als die Gänse der Gruppen I und II, fraßen jedoch zu Beginn des Versuchs erheblich weniger als die Gänse der Gruppen I und II.

Am 18. August, also bereits am dritten Versuchstage, zeigten alle Gänse der Gruppe III starken Durchfall, tranken viel, machten einen müden, schläfrigen Eindruck und ließen die Köpfe hängen. Am 19. August vormittags starb die Gans Nr. 15. Die Sektion des Tieres lieferte folgenden Befund:

Der Kadaver ist mäßig gut genährt. Der Magen enthält nur etwas Gras, Sand und einige Kieselsteine. Auf der Darmschleimhaut findet sich ein dicker, gelblicher Schleimbelag, der zum Teil blutig gefärbt ist. Die Darmschleimhaut ist geschwollen und tiefrot gefärbt. An der Trachea, den Lungen und dem Herzen keine Veränderungen. Die Leber ist braun mit einem Stich ins Gelbe; die Gallenblase ist mäßig gefüllt. An den beiden graubraunen, von den Lungen bis zum Kreuzbein reichenden, etwa 10 cm langen Nieren keine Veränderungen.

Drei Agarröhrchen wurden mit Herzblut beschickt; sie blieben steril.

Die übrigen vier kranken Gänse der Gruppe III erhielten vom Morgen des 19. August an wieder reines Leitungswasser; trotzdem starben noch zwei weitere Gänse (Nr. 11 und 13) am 20. und 22. August an schwerer Darmentzündung.

Sektionsbefund bei der Gans Nr. 11: Der Kadaver ist mäßig gut genährt. Der Magen enthält etwas Körnerfutter. Im Darm findet sich, seiner Abstammung nach nicht erkennbar, wässeriger Futterbrei. Die Darmschleimhaut ist geschwollen und gerötet, in ihr sind zahlreiche punkt- und fleckenförmige Blutungen von verschiedener Größe vorhanden. An der Trachea, den Lungen, dem Herzen, der Leber und den Nieren keine Veränderungen. In zwei Ausstrichpräparaten aus dem Herzblut kein auffallender Befund.

Drei Agarröhrchen wurden mit Herzblut geimpft. Nach 48 Stunden zeigten sich im Bereich des Impfstrichs vereinzelte, runde, gleichmäßig aussehende, irisierende Kolonien von feinen Kurzstäbchen. Da die mikroskopische Betrachtung mit Sicherheit ergab, daß es sich weder um Geflügelcholerabakterien, noch um Bakterien der Koli-Typhusgruppe handelte, wurde von der weiteren Bestimmung dieser Bakterienart Abstand genommen, zumal es bei Darmentzündungen häufig ist, daß vereinzelte Keime vom Darm aus in die Blutbahn eindringen und so einen zufälligen Blutbefund bilden.

Die Gans Nr. 13 hatte neben Durchfall erhebliche Atemnot gezeigt. Kurz vor dem Tode lag das Tier auf der Brust mit erhobenem Kopfe und war teilnahmlos gegen seine Umgebung. Die Atmung geschah auffallend angestrengt mit rhytmischem leichten Öffnen und Schließen des Schnabels. Bei der Sektion finden sich beide Lungen, besonders stark an den stumpfen Rändern, durchsetzt von zahlreichen hirsekorngroßen, zentral verkästen, gelblich-grauen Knötchen.

Außerdem ist die linke Lunge in ihrer Gesamtheit rot, derb und luftleer (Hepatisation). Die rechte Lunge ist in ihren rückenwärts gelegenen Teilen hepatisiert. Diese Veränderung erstreckte sich bis zu dem scharfen Rande der rechten Lunge. Die untere Hälfte der rechten Lunge ist zum größten Teil lufthaltig, zum Teil emphysematös.

Den in den Lungen gefundenen Knötchen ähnliche, nur derbere Knötchen von gelblichgrauer Farbe und linsenförmig platt gedrückter Form mit weißer, fast durchsichtiger Randzone und gelblichem trübem Zentrum finden sich in großer Zahl an der Pleura des Brustbeins und in den Pleuroperitonealsepten der vorderen zwei Drittel der Körperhöhle und zwar im allgemeinen in den vorderen Abschnitten reichlicher, als in den hinteren.

Mikroskopisch lassen sich in den Knötchen Pilzfäden nachweisen, aus denen auf erstarrtem Rinder- und Glyzerinrinderserum Kolonien von Aspergillus glaucus wachsen (Pneumonomykose).

Der Darm ist in seiner ganzen Länge stark entzündet, die Darmschleimhaut geschwollen. In dem Anfangsteile des Darmes in etwa einer Spanne Länge ist der dünnflüssige Darminhalt

grünschwarz gefärbt. Die geschwollene Darmschleimhaut ist dort blauschwarz. Im weiteren Verlaufe des Darmkanals wird der Darminhalt ein mehr dicker, gelber, fest anhaftender Schleim. Die Darmschleimhaut ist hier geschwollen und hochrot gefärbt; in ihr finden sich verschiedene punktförmige Blutungen. Im Enddarm ist die Rotfärbung am schwächsten, im übrigen ist aber auch hier die Schleimhaut geschwollen.

Im Herzblut lassen sich weder mikroskopisch noch durch Agarkultur Bakterien nachweisen.

Da von den beiden anderen Gruppen von Gänsen, die gewöhnliches Leitungswasser und um 60° verhärtetes Wasser bekamen, bei gleicher Haltung und Fütterung kein Tier erkrankte, so ist als sicher anzusehen, daß die Darmentzündung bei den fünf 600°-Tieren lediglich auf den Genuß des Salzwassers zurückzuführen, und daß die bei Gans 13 festgestellte Lungenveränderung ein zufälliger Befund gewesen ist.

Während die Gänse, die um 600° verhärtetes Wasser erhalten hatten, vom 19. August an wieder reines Leitungswasser erhielten, wurden die Gänse der Gruppe II mit 60°igem Wasser weiter getränkt.

Die von der Gruppe III (600°-Gänse) übrig gebliebenen beiden Tiere (Nr. 12 und 14), wurden am 27. August auf die Gruppen I und II verteilt. Nr. 14 wurde zu den Kontrolletieren der Gruppe I, Nr. 12 zu den Versuchstieren der Gruppe II gesetzt. Beide Gänse waren inzwischen von ihrer Erkrankung wieder völlig genesen.

Die so verstärkte Gruppe II erhielt bis zum 26. September 1910, also 40 Tage hindurch, als Getränk Leitungswasser, das um 60° verhärtet war. Hierbei zeigten die Tiere weder in der Futter- und Wasseraufnahme noch in der Bewegung des Körpergewichts noch in ihrem sonstigen Verhalten irgend etwas Auffälliges gegenüber den Kontrolletieren.

Die Kontrolletiere (Nr. 1, 2, 3, 4, 5 und 14) wurden nun vom 27. September bis zum 25. Oktober 1910 mit Wasser, das um 100° verhärtet war, getränkt, wogegen die Versuchstiere Nr. 6, 7, 8, 9, 10 und 12 zur Kontrolle Leitungswasser bekamen. Dieser Wechsel in beiden Gruppen wurde vorgenommen, weil es möglich war, daß bei einer langsam erfolgenden Steigerung der Salzgaben bei den Gänsen sich allmählich eine geringere Empfindlichkeit gegen diese ausbilden konnte, die das Versuchsergebnis zu trüben geeignet war.

Vom 25. Oktober bis zum 8. November erhielten die nunmehrigen Versuchstiere Nr. 1, 2, 3, 4, 5 und 14 Wasser, das um 200°, vom 8. bis zum 22. November solches, das um 300°, vom 22. November bis zum 6. Dezember solches, das um 400°, und endlich vom 6. bis 30. Dezember solches, das um 500° verhärtet war.

Am 11. November sind die Gänse der ungünstigen Witterung wegen dauernd in einem geheizten Stalle untergebracht worden. Auffallend war hierbei, daß zu Anfang der Stallhaltung alle Gänse sehr wenig fraßen.

Am 30. Dezember 1910 ist nochmals eine Umstellung der Gänse vorgenommen worden. Die Gänse Nr. 1, 2, 3, 4, 5 und 14 erhielten von jetzt an als Kontrolletiere reines Leitungswasser, während die Gänse Nr. 6, 7, 8, 9, 10 und 12 bis zum 11. Januar 1911 um 500° verhärtetes Wasser und vom 11. Januar an bis 18. Januar 1911 um 600° verhärtetes Wasser bekamen. Damit war der Tränkversuch bei den Gänsen beendet.

Während der ganzen Dauer der zweiten Versuchsperiode, die am 27. August begann, zeigten die Versuchsgänse in ihrem Allgemeinbefinden keine erheblichen

Störungen; allerdings war ihre Freßlust, als um 400° verhärtetes Wasser gereicht wurde, in den ersten fünf Tagen geringer, als die der Kontrolletiere. Dann zeigte sich aber in der Futteraufnahme kein Unterschied mehr. Leider konnte wegen Ausgehens der Endlauge, die zum Versalzen des Tränkwassers der Gänse benutzt wurde, zum Schlusse der Versuche nicht wieder die schädliche Grenze erreicht werden.

Die Gewichtszunahmen gestalteten sich in den einzelnen Zeitabschnitten wie folgt:

Die 6 Kontrollegänse Nr. 1, 2, 3, 4, 5 und 14 der Gruppe I zeigten in der Zeit vom 19. August 1910 bis zum 23. September 1910 eine durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme von 27,6 g pro Tier, während die 60°-Gänse Nr. 6, 7, 8, 9, 10 und 12 (Gruppe II) eine solche von 21 g aufwiesen.

Als hierauf die Umstellung der Tiere stattgefunden hatte, nach der die bisherigen Kontrollegänse (Gruppe I) um 100° versalzenes Wasser, die bisherigen Versuchsgänse (Gruppe II) zur Kontrolle reines Leitungswasser erhielten (vergl. S. 380), haben die nunmehrigen sechs Kontrollegänse (Gruppe II) vom 30. September 1910 bis zum 21. Oktober 1910 eine durchschnittliche tägliche Gewichtszunahme von 25,5 g pro Tier, die nunmehrigen Versuchsgänse (Gruppe I) dagegen eine solche von 22,7 g aufgewiesen.

Vom 25. Oktober 1910 bis zum 8. November 1910 erhielt, wie schon angegeben, Gruppe I um 200° verhärtetes Wasser und dann bis zum 22. November 1910 um 300° verhärtetes Wasser. Die Tiere der Gruppe II bekamen weiterhin reines Leitungswasser als Getränk (vergl. S. 380). Bei den jetzigen sechs Kontrollegänsen (Gruppe II) ist vom 28. Oktober 1910 bis zum 18. November 1910 eine mittlere tägliche Gewichtsabnahme von 25 g pro Tier festzustellen gewesen, während sie bei den Versuchsgänsen nur 2,4 g betrug.

Als die Gänse der Gruppe I vom 22. November 1910 bis zum 6. Dezember 1910 um 400° und dann bis zum 30. Dezember 1910 um 500° verhärtetes Wasser bekamen, während die Tiere der Gruppe II weiter mit Leitungswasser getränkt wurden, haben die sechs Kontrollegänse (Gruppe II) vom 25. November 1910 bis zum 30. Dezember 1910 täglich pro Tier im Mittel um 10,8 g, die Versuchsgänse um 15,5 g abgenommen.

Am 30. Dezember hat wieder eine Umstellung der Gänse stattgefunden. Der Gruppe I gehörten nunmehr die Kontrollegänse an, während Gruppe II bis zum 11. Januar 1911 um 500° und dann bis 18. Januar um 600° verhärtetes Wasser erhielt. Hiernach haben die nunmehrigen Kontrollegänse (Gruppe I) vom 30. Dezember 1910 bis zum 19. Januar 1911 täglich pro Tier im Mittel um 18,8 g, die Versuchsgänse (Gruppe II) in derselben Zeit um 2 g abgenommen.

Eine Übersicht über die Gewichtsverhältnisse sämtlicher Gänse gibt Tabelle 6.

Am 19. Januar 1911 sind die Gänse Nr. 1 und 7, und am 25. Januar 1911 die Gänse Nr. 9 und 14 geschlachtet worden. Nr. 1 und 9 waren männliche, Nr. 7 und 14 weibliche Tiere. Alle vier Gänse befanden sich in mäßig gutem Nährzustande. Krankhafte Veränderungen irgend welcher Art ließen sich bei der Untersuchung nach der Schlachtung nicht nachweisen.

Aus den Wägungen der Versuchs- und Kontrollegänse während der Dauer der Versuche vom 19. August 1910 bis zum 19. Januar 1911 geht hervor, daß die Ver-

Tabelle 6. Gewichtstabelle der Gänse.

Nummer der Gänse	Datum	Gew. kg	Datum	Gew. kg	Datum	Gew. kg	Datum	Gew. kg	Datum	Gew. kg	Datum	Gew. kg	Datum	Gew. kg
1		2,75		2,45		2,42		2,75		2,84		3,0		
2		4,2		4.1		3,76		3,7		3,83		4,15		
3		3,6		3.78		3,79		3,86		3,99		4,28		
4		3,86		4,14		3,83		4,02		4,28		4,66		
5		3,6		3,6		3,51		3,74		3,96		4,38		
14	12. 8.	3,45	19. 8	3,25	26. 8	3,59	2. 9.	3,67	9. 9.	4,07	16. 9	4,47		
6	1910	3,35	1910	3,64	1910	3,58	1910	3,64	1910	3,84	1910	3,87		
7		3,0		3,3		3,27		3,3		3,52		3,66		
8		3,3		3,56		3,58		3,67		3,97		4,19		
9		3,6		3,85		3,79		3,91		4,2		4,32		
10		3,9		4,14		4,7		4,29		4,57		4,8		
12		3,8		3,5		3,91		3,94		4,35		4,23		
1		3,3		3,45		3,45		3,78		4,14		4,33		
2		4,67		5,2		5,0		5,25		5,41		5,67		
3		4,65		4,81		4,8		5,0		5,13		5,45		
4		5,02		5,3		5,35		5,5		5,76		6.12		
5		4,67		4,79		4,77		4,98		5,2		5,44		
14	23. 9.	4,82	30. 9.	5,02	7. 10.	5,35	14.10.	5,51	21.10.	5,79	28.10.	6,02		
6	1910	4,21	1910	4,25	1910	4,35	1910	4,51	1910	4,67	1910	5,0		
7		3,91		3,87		3,87		4,07		4,37		4,63		
8		4,39		4,6		4,72		4,82		4,95		5,07		
9		4,49		4,48		4,57		4,79		4,97		5,13		
10		5,0		4,77		5,1		5,12		5,57		5,9		
12		4,4		4,66		4,76		5,02		5,25		5,5		
1		4,23		4,52		4,18		4,12		3,98		3,83		
2		5,14		5,66		5,54		5,45		5,23		5,16		
3		5,36		5,52		5,19		5,17		4,95		4,73		
4		6,12		6,27		6,00		5,88		5,42		5,28		
5		5,47		5,45		5,52		5,5		5,2		4,98		
14	4. 11.	5,67	11.11	5,9	18.11.	5,5	25.11.	5,24	2. 12.	5,15	9. 12.	4,8		
6	1910	4,61	1910	4,83	1910	4,47	1910	4,19	1910	4,14	1910	4,12		
7		4,47		4,54		4,00		4,07		3,95		3.82		
8		4,97		5,14		4,64		4,91		4,45		4,35		
9		5,075		5,17		4,7		5,37		5,35		5.2		
10		5,59		5,60		5,27		5,81		4,85		4,76		
12		5,35		5,45		5,0		4,89		4,93		4,76		
1		3,82		3,96		3,98		3,8		3,85		3,65		
2		4,74		4,66		4,71		4,65		4,8		4,62		
3		4,57		4,51		4,56		4,24		4,35		4,3		
4		5,2		5,04		5,18		4,94		5,4		5,04		
5		4,67		4,67		4,7		4,44		4,7		4,55		
14	16.12.	4,7	23.12.	4,95	30.12.	4,96	6. 1.	4,43	13. 1.	4,89	19. 1.	4,59		
6	1910	4,125	1910	4,025	1910	4,075	1911	4,07	1911	4,05	1911	4,13		
7		3,9		3,99		4,0		3,75		3,63		3,85		
8		4,32		4,33		4,375		4,2		4,26		4,32		
9		5,48		5,25		5,18		4,98		5,02		5,01		
10		4,65		4,67		4,8		4,8		4,98		4,94		
12		4,65		4,6		4,57		4,62		4,56		4,52		

suchstiere in den ersten Versuchsperioden (19. August bis 23. September und 30. September bis 21. Oktober) weniger gut zugenommen haben als die Kontrolletiere. Die durchschnittlichen Gewichtszunahmen betrugen in den beiden angeführten Perioden bei den Versuchstieren für das Stück 21 g (gegenüber 27,6 g bei den Kontrolletieren) und 22,7 g (gegenüber 25,5 g). Dieses Verhältnis blieb aber nicht konstant; denn in den weiteren Versuchsperioden (25. Oktober bis 22. November, 22. November bis 30. Dezember, 30. Dezember bis 18. Januar), in denen eine Gewichtsabnahme sowohl bei den Versuchs-, als auch bei den Kontrolletieren eintrat, waren die durchschnittlichen Gewichtsabnahmen bei den Versuchstieren für das Stück zum Teil günstiger, d. h. geringer, als bei den Kontrolletieren (7,4 g gegenüber 25 g, 15,5 g gegenüber 10,8 g, 2 g gegenüber 18,8 g). Man kann also nicht sagen, daß die geschilderte Art der Verabreichung von Endlaugen mit dem Tränkwasser in allmählich steigender Konzentration bei Gänsen einen Einfluß auf das Körpergewicht ausgeübt hätte. Sehr auffällig war, daß die Gänse, die zuvor schwächer durch Endlaugen verhärtetes Wasser erhalten hatten, das um 600° verhärtete sieben Tage lang aufgenommen haben, ohne Krankheitserscheinungen zu zeigen. Es muß angenommen werden, daß dieses Verhalten, das von dem der unvermittelt mit 600° hartem Wasser getränkten Gänse so völlig abwich, durch die allmähliche Gewöhnung der Tiere an das versalzene Wasser ganz oder jedenfalls im wesentlichen verursacht worden ist. Neben der Gewöhnung könnte höchstens noch das höhere Alter der Gänse — die Tiere waren inzwischen vier Monate älter geworden — auf ihre erhöhte Widerstandsfähigkeit gegenüber der starken Versalzung des Tränkwassers mit von Einfluß gewesen sein.

Das Gesamtergebnis der vorstehend geschilderten Tränkversuche an Gänsen läßt sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Die mit Wasser, das durch Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken in allmählich zunehmender Konzentration und zwar um 60°, 100°, 200°, 400° und 500° verhärtet war, getränkten Gänse zeigten keine Gesundheitsstörungen und verhielten sich in ihrer Gewichtszunahme und -abnahme im wesentlichen wie die Kontrolletiere, die gewöhnliches Leitungswasser erhielten.

2. Bei der unvermittelt erfolgten Verabreichung von Wasser, das um 600° verhärtet war, zeigten sich schon am dritten Tage bei den fünf zu dem Versuche dienenden Gänsen Erscheinungen einer schweren, akut verlaufenden Darmentzündung, an der drei Tiere starben.

3. Bei allmählicher Steigerung des Endlaugengehalts in dem Tränkwasser bis zu einer Verhärtung um 600° kann die unter 2. angegebene Schädigung ausbleiben. Denn Gänse, die zuvor mit Wasser von steigender Verhärtung getränkt worden waren, nahmen Wasser, das um 600° verhärtet worden war, sieben Tage lang in derselben Menge wie gewöhnliches Leitungswasser und zeigten hiernach keine Krankheitserscheinungen. Es ist anzunehmen, daß die allmähliche Gewöhnung an das durch Endlaugen versalzene Wasser, vielleicht in Verbindung mit dem höheren Alter der Tiere, die erhöhte Widerstandsfähigkeit bedingt hat.

Digitized by Google

Bakteriologische Befunde bei Untersuchungen darmkranker Kinder.

Von

Dr. med. W. Rimpau,

früheren wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte.

Auf Anregung von Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Uhlenhuth wurden von mir Stühle magendarmkranker Säuglinge und Kinder der ersten Lebensjahre auf Krankheitserreger untersucht.

Zu den Untersuchungen wurde das Material der Prof. Neumannschen Kinderpoliklinik und Säuglingsfürsorgestelle von Herrn Prof. Dr. Neumann zur Verfügung gestellt. Weitgehendste Unterstützung fand ich auch durch die Herren DD. Japha und Michaelis; den genannten Herren sei auch an dieser Stelle bestens gedankt.

Mit den Untersuchungen sollte eine bakteriologische Bearbeitung der Darmkatarrhe der Säuglinge, besonders der in den Sommer fallenden Erkrankungen in Angriff genommen werden. Da anzunehmen war, daß die Erkrankungen, soweit sie bakteriellen Ursprungs waren, in ihrer Ätiologie zeitliche Verschiedenheiten zeigen würden, so war beabsichtigt die Untersuchungen über längere Zeiträume auszudehnen. Außer dem poliklinischen Material sollte auch das eines größeren Kinderkrankenhauses herangezogen werden, da hier mehr Fälle schwererer Darmerkrankungen zur Beobachtung kommen, als in einer Poliklinik.

Infolge äußerer Umstände haben die von mir begonnenen Untersuchungen nicht in der beabsichtigten Weise durchgeführt und abgeschlossen werden können. Liegen auch auf epidemiologischem Gebiet keine abschließenden Ergebnisse vor, so dürften doch einige bakteriologische Beobachtungen von Interesse sein.

Die Untersuchungen begannen im April 1910 und wurden bis September desselben Jahres durchgeführt. Die Stühle wurden den Kindern während der poliklinischen Sprechstunde mit einem sterilen Gummiröhrchen entnommen, nur ein geringer Teil des Untersuchungsmaterials wurde von den Angehörigen eingeschickt. Die Untersuchung erstreckte sich auf 5 Blutproben und 209 Stühle von 136 Kindern. Außerdem kamen noch Stühle von 9 Personen aus der Umgebung von kranken Kindern zur Untersuchung.

Es wurde besonderer Wert darauf gelegt, daß die Stühle in möglichst frischem Zustande zur Verarbeitung kamen. Jeder Stuhl wurde in physiolo-

gischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt und es wurde genau auf schleimige Beimengungen und Schleimfetzen geachtet. Von der Aufschwemmung wurden Kulturen auf Malachitgrünplatten und Conradi-Drigalskiplatten angelegt. Erstere wurden nach 24 Stunden Aufenthalt bei 37° in bekannter Weise abgeschwemmt und weiter verarbeitet. Bei einer größeren Anzahl von Stühlen kam auch der Dieudonné-Nährboden zur Anwendung, doch wurden Vibrionen nicht nachgewiesen.

Die Bestimmung der Reaktion und die Untersuchung eines Gram-Präparates an jedem Stuhl führte zu keinem besonderen Ergebnis.

Von den 136 Kindern waren 122 magendarmkrank oder befanden sich in der Genesung.

Die klinischen Diagnosen waren:

Dyspepsie, Nährschäden, Decompositio, akuter und chronischer Magen- und Darmkatarrh, Ruhr usw.

Die bakteriologische Untersuchung stellte nun bei einem Kinde Ruhrbazillen (Typus-Flexner) bei neun Kindern Bazillen der Paratyphus-Gärtner-Gruppe fest. In 8 % der untersuchten Fälle wurden also bekannte Erreger von Darmerkrankungen nachgewiesen.

Im folgenden sollen zuerst die Befunde von Bazillen der Paratyphus B-Gärtner-Gruppe, dann die von Ruhrbazillen und von Kolibazillen, die mit Flexner-Serum agglutinierten, besprochen werden.

I. Befunde von Bazillen der Paratyphus B-Gärtner-Gruppe.

Die Zugehörigkeit der Bazillen zur Paratyphus Gärtner-Gruppe wurde festgestellt durch ihr Verhalten auf Agar, Bouillon, Traubenzucker-Bouillon, Barsikow I, II, Löffler-Lösung I, II, Lackmusmolke, Milch, Mannit-, Maltose-, Saccharose-Lösung nach Hetsch. Indolbildung fand bei keinem der Stämme statt.

Zur serologischen Prüfung standen folgende Paratyphus- und Gärtner-Sera zur Verfügung:

1. Hogcholera-Eselserum Titer 1 : 20000.
2. Eselserum Titer 1 : 5000, hergestellt durch Vorbehandlung zuerst mit Schweinepestbazillen dann mit einem menschenpathogenen Paratyphus B-Stamm R.
3. Paratyphus B-Kaninchenserum Titer 1 : 10000 hergestellt mit menschenpathogenem Paratyphus B Stamm H.
4. Gärtner-Kaninchenserum Titer 1 : 20000.
5. Paratyphus A-Kaninchenserum Titer 1 : 5000.

Aus den Stühlen von neun Kindern wurden nun 13 Stämme gezüchtet, die kulturell und serologisch ihre Zugehörigkeit zur Paratyphus-Gärtner-Gruppe erwiesen.

Das Wissenswerte über die Herkunft der Stämme ist folgendes:

1. E. H., Stamm Nr. 109.

Klinische Diagnose: Dysenterie. Die Mutter hatte einige Tage vor der Erkrankung des Kindes Durchfall gehabt. Die Untersuchungen des Kindes am 23. 5. (blutiger Schleimstuhl), 25. 5. (grüngelblicher schleimiger Stuhl), 30. 5. (brauner weicher Stuhl) waren negativ. Erst am 3. 6. fanden sich mit Malachitgrünanreicherung zwei Paratyphus B-Kolonien. Eine weitere Untersuchung am 4. 7. war negativ.

Digitized by Google

2. K. S., 10 Monate alt, Stamm Nr. 73, 119.

Klinische Diagnose: akute Ernährungsstörung. Mutter und eine Schwester hatten eine Woche zuvor Durchfall gehabt.

Am 6. 5. wird aus grün-bräunlichem weichen Stuhl Stamm 73, am 6. 6. aus braunem weichen Stuhl Stamm 119 gezüchtet.

3. U., Stamm 139.

Klinische Diagnose: Dysenterie. Am 27. 6. wird aus blutigem schleimigen Stuhl Stamm 139 gezüchnet.

Gruber-Widal am 6. 7. Ende der zweiten Erkrankungswoche für Paratyphus B-Stämme des Laboratoriums, für Stamm 139 und für Gärtner-Stamm negativ.

4. J., 9 Monate alt, Stamm 163, 177, 186.

Klinische Diagnose: Dysenterie. Erster Befund am 8. 7. aus blutigem Schleimstuhl, zweiter Befund am 22. 7. aus grünem schleimigen Stuhl, dritter Befund am 25. 7. aus grünem schleimigen Stuhl. Es bestand einige Tage Fieber. Gruber-Widal am 4. 8. für Stamm 163 positiv (s. unten Tabelle II).

5. H., Saalgenosse von Nr. 4, Stamm Nr. 178, 187.

Klinische Diagnose: Dysenterie. Erster Befund am 22. 7., zweiter am 25. 7. aus grünem schleimigen Stuhl. Am 21. 7. erkrankte das Kind mit dünnem, etwas blutigem Stuhl ohne Fieber.

Gruber-Widal am 4. 8. (Ende der zweiten Woche) negativ.

6. W., Stamm Nr. 184.

Seit drei Wochen Durchfall. Positiver Befund am 25. 7. aus gelbem weichen Stuhl gezüchtet.

7. E. J., Stamm Nr. 197.

Stamm 197 aus hellgelb-weichem Stuhl gezüchtet. Seit vier Wochen Durchfall.

8. M., Stamm Nr. 217.

Befund am 6. 9. aus grünlich-schleimigem sehr faeculentem Stuhl.

Seit Anfang September Durchfall. Gruber-Widal am 9. 9. für Paratyphus B (Laboratoriumsstamm) i. d. V. 1 : 100 schwach positiv.

9. Z., Stamm Nr. 218.

Befund am 6. 9. aus grünlich schleimigem Stuhl.

Die neun Fälle verliefen klinisch leicht, sechs hatten schleimige Stühle, bei vier Kindern war der Schleim blutig. Von den neun Fällen waren also sechs klinisch als Ruhr zu diagnostizieren.

Bei vier Fällen (Nr. 3, 4, 5, 8) ließ sich die Anstellung der Gruber-Widalschen Reaktion ermöglichen. Die Reaktion war bei zwei Kindern (Nr. 3, 5) Ende der zweiten Erkrankungswoche negativ, bei zwei (Nr. 4, 8) in der vierten Erkrankungswoche, bezw. Anfang der zweiten, positiv; in letzterem Falle allerdings nur schwach.

Der Fall 5 war Saalgenosse von Fall 4, von diesem offenbar infiziert und erkrankte unter gleichen ruhrähnlichen Erscheinungen wie Fall 4. Da bei diesem durch den Gruber-Widal nachgewiesen ist, daß die von ihm ausgeschiedenen Paratyphus B-Bazillen die Ursache der Infektion waren und das Serum von Fall 4 auch die Paratyphusbazillen von Fall 5 agglutinierte, so darf angenommen werden, daß auch bei Fall 5 die Ruhrerscheinungen auf Paratyphus B-Infektion zurückzuführen sind.

Der negative Ausfall der Gruber-Widalschen Reaktion bei Fall 3 und 5 spricht nicht gegen das Vorliegen einer Paratyphus-Infektion, da unter Umständen der Gruber-Widal überhaupt nicht oder erst später aufzutreten braucht.

Es hat somit den Anschein, als ob eine Paratyphus B-Infektion mit einhergehenden Ruhrerscheinungen bei den Kindern der ersten Lebensjahre in Berlin nicht selten ist. Auffällig ist jedoch, daß die Paratyphus-

Digitized by Google

bazillen, selbst aus den schleimigen Beimengungen, nur selten in größeren Mengen oder gar in Reinkultur gefunden wurden, wie es bei den Paratyphus-Infektionen Erwachsener so häufig der Fall ist. Es erscheint daher erwünscht, durch Untersuchungen einer größeren Zahl derartiger Krankheitsfälle und ausgedehnte Kontrolluntersuchungen an gesunden Säuglingen die Ätiologie dieser Affektionen weiterhin aufzuklären. Die erkrankten Kinder waren sämtlich künstlich ernährt, in der Umgebung von 2 Kindern ließen sich vorhergegangene Darmerkrankungen nachweisen.

Zwei Personen in der Umgebung des Kindes S, Fall 2, hatten im Stuhl inagglutinable zur Paratyphus-Gärtner-Gruppe gehörige Bazillen. Der eine Träger war acht Tage vorher an Durchfall erkrankt gewesen. Es wurden verhältnismäßig häufig in der Umgebung darmkranker Kinder abgelaufene Darmerkrankungen festgestellt und es erscheint auf Grund der Erfahrungen bei Typhus, Paratyphus und Ruhr die Annahme berechtigt, daß hier in einer großen Zahl von Fällen ein ursächlicher Zusammenhang bestand.

Tabelle I.

Lfd. Nr.	Bezeichnung des Stammes	Gezüchtet aus Erkrankungsfall	Eselserum Hogcholera Titer 1/20000	Eselserum multivalent Titer 1/5000	Kaninchenserum Paratyphus A Titer 1/10000	Kaninchenserum Paratyphus B Titer 1/5000	Kaninchenserum Gärtner Titer 1/20000
1	109	1	20000 +	5000 ±	—	—	1000 + +
2	73	2	2000 ±	5000 ±	—	—	100 —
3	119	2	4000 +	5000 ±	—	—	100 +
4	139	3	4000 ±	5000 ±	—	4000 +	2000 +
5	163	4	20000 +	5000 ±	2000 ±	—	500 ±
6	177	4	100 +	—	500 ±	100 —	8000 ±
7	186	4	500 ±	1000 ±	500 ±	—	4000 ±
8	178	5	20000 +	5000 ±	2000 ± (nach 24 h 1 : 10000 +)	2000 +	100 ±
9	187	5	20000 +	—	500 ± (nach 24 h 1 : 10000 +)	—	500 ±
10	184	6	20000 +	5000 ±	—	—	—
11	197	7	4000 +	5000 ±	—	4000 +	500 ±
12	217	8	20000 +	5000 ±	—	—	100 —
13	218	9	—	5000 ±	—	—	100 +

In Tabelle I ist angegeben, wie hoch die einzelnen Stämme mit den verschiedenen Seren der Paratyphus-Gärtner-Gruppe bei zweistündiger Beobachtungszeit agglutinierten.

Aus der Tabelle seien zuerst hervorgehoben die Stämme 73, 119 und 197.

Gemeinsam ist ihnen, daß sie mit Hogcholera-Serum 1/20000 nur bis 1/2000 bezw. 1/4000 agglutiniert wurden, daß sie dagegen mit dem multivalenten Paratyphus B-Serum bis zur Titergrenze agglutinierten. Der Stamm 197 wurde auch durch ein

Paratyphus B Serum R, das mit einem menschenpathogenen Paratyphus B-Stamm R hergestellt war, bis fast zur Titergrenze agglutiniert. Der Schluß, daß hier vielleicht Differenzierungen infolge der Herkunft der zur Immunisierung benutzten Stämme gegeben sein und der Menschen-Paratyphus B-Stamm 197 deshalb schlecht mit dem Hogcholera-Serum agglutinierte, wäre falsch, da andererseits der aus einem paratyphuskranken Menschen gezüchtete Stamm R bis zur Titergrenze mit dem Hogcholera-Serum Agglutination zeigte.

Ferner sei der Stamm 139 hervorgehoben. Er erreichte mit dem Hogcholera- und dem Gärtner-Serum ($^1/_{20000}$) Titer von $^1/_{4000}$ bis $^1/_{2000}$ und agglutiniert nur mit dem multivalenten Paratyphus B-Serum und dem mit einem menschenpathogenen Stamm R hergestellten Serum bis zur Titergrenze. Bei Prüfung nur mit Hogcholera-Serum und mit Gärtner-Serum hätte man also zweifelhaft sein können, ob es sich um einen Paratyphus B- oder Gärtner-Stamm handelte.

Diese Beobachtungen zeigen, daß zur Beurteilung, ob ein Stamm der Paratyphus B-Gruppe schwer agglutinabel sei oder nicht, die Prüfung mit einem Serum unter Umständen nicht genügt, sondern daß dazu die Verwendung mehrerer Seren und zwar solcher, die mit verschiedenen Stämmen hergestellt sind, notwendig ist, und daß gewisse frisch gezüchtete Paratyphus B-Stämme agglutinatorisch schon Übergänge zu der Gärtnergruppe zeigen können.

Die bekannten Untersuchungen von Sobernheim und Seligmann[1]) haben das Auftreten dieser Übergänge für längere Zeit fortgezüchtete Stämme der Paratyphus-Gärtner-Gruppe erwiesen.

Der Anlaß zu den Untersuchungen von Sobernheim und Seligmann war der Umstand, daß bei einer Hackfleisch-Vergiftung vom Kgl. Institut für Infektionskrankheiten Paratyphusbazillen, vom Städtischen Untersuchungsamt in Berlin dagegen Gärtnerbazillen in den Stühlen der Erkrankten gefunden wurden.

Bisher lagen Beobachtungen an paratyphuskranken Menschen, die den Übergang der Paratyphus B-Bazillen vom Paratyphustyp zum Gärtnertyp wahrscheinlich machten, nicht vor. Bei dem Fall 4 konnte ich nun auch, nachdem die erste Untersuchung Paratyphus B-Bazillen ergeben hatte, bei weiteren Untersuchungen in der Rekonvaleszenz Bazillen nachweisen, die nicht mit Paratyphus B-Serum, sondern mit Gärtner-Serum hoch, wenn auch nicht bis zur Titergrenze, agglutinierten. Es sind dies die Stämme 177 und 186 in der Tabelle I. Sie agglutinieren nur schwach mit einem Hogcholera- und einem mit einem menschenpathogenen Stamm hergestellten Paratyphus B-Serum ganz im Gegensatz zu dem ersten aus dem Stuhl desselben Patienten während der Krankheit gezüchteten Paratyphus B-Stamm 163.

Der Einwand, daß es sich um eine Mischinfektion handeln könne, kann gemacht werden, er erscheint aber nach den Beobachtungen von Sobernheim und Seligmann nicht mehr unbedingt berechtigt.

---

[1]) Zeitschrift f. Immunitätsforschung usw. Or. Bd. 6. 1910. H. 2, 3.

Experimentell exakt läßt sich vorläufig diese Frage nicht entscheiden. Stützen kann man diese Auffassungen nur durch Herbeischaffung von Material von ähnlichen Beobachtungen.

Ich möchte hier nochmals auf frühere Beobachtungen von mir hinweisen, daß nämlich in der Rekonvaleszenz von Paratyphuskranken und in ihrer gesunden Umgebung nicht selten Paratyphusstämme gefunden wurden, die nicht mehr mit Paratyphus B-Serum agglutinierten. Es kann sich auch hier um Befunde gehandelt haben, wie sie bei Fall 4 erhoben wurden. Eine Agglutination dieser Stämme mit Gärtnerserum wurde vor drei Jahren bei ihrer Reinzüchtung nicht vorgenommen [1]).

Eine weitere Beobachtung, daß in einer Wurst, nach deren Genuß ein Soldat unter Fleischvergiftungserscheinungen erkrankte und als Paratyphus- infiziert durch Bazillennachweis und Gruber-Widalscher Reaktion festgestellt wurde, sich nur Gärtnerbazillen fanden, gehört auch hierher [2]). Man wird unter diesen Umständen schlecht agglutinierende oder nicht agglutinierende Paratyphusstämme auch mit Gärtnerserum zu prüfen haben.

Tabelle II. Agglutinationsprüfung des Serum J. Fall 4.

Herkunft der Stämme	Bezeichnung des Stammes	Verdünnung des Serum			
		1 : 50	1 : 100	1 : 200	1 : 1000
Patient J Fall 4	163	+	+	+	+
	177	0	0	0	0
	186	0	0	0	0
Patient H Fall 5	178	+	+	+	0 (nach 24^{h} +)
	187	+	+	+	±
Laboratoriums-Stämme	Paratyphus B H.	±	0 (nach 24^{h} +)	0 (nach 24^{h} +)	0 (nach 24^{h} +)
	Typhus, Paratyphus A, Gärtner	0	0	0	0

Der Gruber-Widal des Kindes J. (Nr. 4) beweist, daß eine Infektion mit Paratyphusbazillen B vorgelegen hat (Tab. II). Der aus dem Stuhl des Patienten gezüchtete Paratyphus B-Stamm Nr. 163 wird bis zur Verdünnung 1 : 1000 agglutiniert. Gleichfalls hoch agglutiniert werden die Stämme 178, 187 des Saalgenossen H. (Nr. 5).

Keine Agglutination zeigen nach 2 Stunden die oben besprochenen, dem Gärtnertyp zugehörigen Stämme 177 und 186. Anhaltspunkte für Annahme einer Mischinfektion mit Gärtnerbazillen, die ja auch klinisch unwahrscheinlich war, hat auch die Untersuchung des Gruber-Widal nicht ergeben.

---

[1]) Rimpau, Diskussionsbemerkung zum Vortrage von Sobernheim. Tagung des fr. Ver. für Mikrob. Berlin 1910 C. f. Bakt. 1910 Ref. Bd. 47.

[2]) Rimpau, Fleischvergiftungs-Epidemie in St. Johann. Klin. Jahrbuch. Bd. XXII Seite 525 Anm.

Digitized by Google

Nach 2 Stunden war auch der Laboratoriumsstamm H, aus einem paratyphuskranken Menschen gezüchtet, nicht agglutiniert. Agglutination trat erst nach 24 Stunden auf.

Da dieser Stamm mit dem Hogcholera-Serum sich gut agglutinabel erwies, die schlechte Agglutination mit dem Patienten Nr. 4-Serum also auf eine dem Stamm H eigentümliche schwere Agglutinabilität nicht zurückzuführen war, wurde zur weiteren Prüfung ein Kaninchen mit dem Stamm H immunisiert. Sein Serum hat für den Stamm H den Titer $^1/_{10000}$ die Stämme 163, 178 und 187, agglutinierte es aber nach 2 Stunden nur bis $^1/_{2000}$ bezw. $^1/_{500}$ (Tab. I). Man mußte also annehmen, daß die Übereinstimmung im Rezeptorenbau der Paratyphus B-Stämme H einerseits und 163, 178, 187 andererseits eine nicht sehr große war. Das gleiche Verhalten der Stämme 163, 178, 187 dem Serum des Patienten Nr. 4 und dem Kaninchenserum Paratyphus H gegenüber, stützt auch die Annahme, daß Patient 4 und 5 durch den gleichen Paratyphus B-Stamm infiziert sind.

Im Hinblick auf das Versagen des Laborationsstammes H bei der Gruber-Widalschen Reaktion wird es unter ähnlichen Umständen zu empfehlen sein, die Beobachtungszeit auf 24 Stunden auszudehnen und sich nicht auf die Prüfung mit einem Paratyphus B-Stamm zu beschränken, sondern wie auch bei der Typhusdiagnose, mehrere, am besten darunter einen Stamm des Patienten selber, zur Agglutination heranzuziehen.

Im Anschluß hieran seien noch zwei Beobachtungen angeführt, die mit Hilfe eines Serums gemacht wurden, das von Herrn Dr. Schern durch Immunisierung eines Kaninchens mit einem aus Schabefleisch gezüchteten, verschiedenen Paratyphus B-Seris gegenüber inagglutinablen Paratyphus B-Stamm hergestellt war. Dieses Serum agglutinierte den Stamm 18 (Schern) bis $^1/_{4000}$, eine früher bestandene Agglutinationsfähigkeit für den Paratyphus B-Stamm H war verschwunden.

Es wurden nun in dem grün-gelblichen, Schleimfetzen enthaltenden Stuhl eines Brustkindes, das seit zwei Tagen krank war, Bazillen gefunden, die nur mit dem Serum 18 (Schern) bis zur Titergrenze agglutinierten. Dieser Stamm Nr. 55 verhielt sich kulturell sehr ähnlich wie Paratyphus, er besaß aber nur geringe Beweglichkeit. Die Kolonien waren auf dem Drigalski-Conradischen Nährboden etwas weißlich, also nicht ganz typisch für Paratyphus gewachsen.

Paratyphusähnliche Stämme lassen sich also auch bei darmkranken Säuglingen nachweisen.

Aus dem Stuhl eines anderen seit drei Tagen an Durchfall erkrankten Säuglings wurden Kolibazillen gezüchtet, die mit dem Serum 18 (Schern) bis zur Titergrenze agglutinierten. Kontrollen mit Normal-Kaninchen- und Paratyphus B-Serum waren negativ.

Es gibt also auch Koli-Stämme, die den paratyphusähnlichen Stämmen agglutinatorisch sehr nahe stehen.

Tabelle III.

Lfd. Nr.	Name	Klinische Diagnose	Ernährung	Aussehen des Stuhles	Untersuchungs-Daten und Befund	Bemerkungen
1	R. M.	Intoxikation	Nestle, dann Eiweißmilch	4. 4. gelb Schleimfetzen 6. 4. braun Schleimfetzen 8. 4. grün-braun Schleimfetzen 13. 4. gelbbreiig Schleimfetzen	4. 4. Koli-flexner 6. 4. — 8. 4. Koli-flexner 13. 4. —	Stamm 8. Stamm 18 (nur mit Hilfe der Malachitgrünplatte).
2	Sch. J.	Decompositio	Eiweißmilch und Brust später Milch und Haferschleim	4. 4. normal Schleimfetzen 6. 4. normal 25. 5. hellgelb-breiig 3. 6. hellgelb-breiig	4. 4. Koli-flexner 6. 4. Koli-flexner 25. 5. — 3. 6. —	Stamm 3 (nur mit Hilfe der Malachitgrünplatte). Stamm 15 nur agglut. Koliflexner gewachsen. Keine Koliflexner-Baz., keine mit Serum Koliflexner 3 agglutin. Koli.
3	Sch. Frau Mutter von Nr. 2	gesund vor 1 Jahr „rote Ruhr"	—	normal	27. 5. — 3. 6. Koli-flexner 20. 6. —	Stamm 108 vereinzelt.
4	H. E.	gesund (früher nicht krank gewesen)	Brust	normal	6. 4. Koli-flexner	Stamm 16.
5	M. W.	abgelaufener Mehlnährschaden, am 11. 4. erneut Durchfall	Eiweißmilch	6. 4. normal 8. 4. normal 11. 4. breiig-grünlich 18. 4. gelbbreiig (Schleimfetzen) normal	6. 4. — 8. 4. — 11. 4. — 18. 4. Koli-flexner 29. 4. — 7. 6. — 1. 7. —	Stamm 46.
6	K.	abgelaufene chronische Ernährungsstörung	Flasche	8. 4. dünn hellgelb Schleimfetzen 11. 4. lehmfarbig weich	8. 4. — 11. 4. Koli-flexner	Stamm 30.
7	B.	Durchfall	Brust	25. 5. bernsteingelb schleimig	25. 5. Koli-flexner	Stamm 89.

II. Befunde von Kolibazillen, die mit Ruhrserum (Flexner) agglutinieren (Koliflexnerbazillen).

Bei einem $1\frac{1}{2}$ Jahre alten Kinde B wurden Flexner-Ruhrbazillen nachgewiesen. Am 1. 6. wurden die Ruhrbazillen aus schleimigem, graugelblichem sehr fäkulentem Stuhl, am 7. 6. aus blutig-schleimigem Stuhl gezüchtet. Der Gruber-

Digitized by Google

Widal war am 12. 6. für den Laboratoriums-Flexner-Stamm und den eigenen Stamm B. i. d. V. 1 : 100 stark positiv.

Ungefähr $^2/_3$ von den Kolibazillen auf der Drigalski-Conradi Platte agglutinierten bei der Untersuchung am 1. 6. und 7. 6. bei der orientierenden Agglutination i. d. V. 1 : 100 mit Flexner-Ruhrserum. Auf Agar abgeimpft hatten diese Kolonien am folgenden Tage diese Agglutinationsfähigkeit verloren.

Die bekannten Untersuchungen von Kuhn, Gildemeister und Woithe[1]) über das Auftreten von Kolibazillen und Kokken, die mit Flexnerruhr-Serum agglutinieren, in den Stühlen von „Y" Ruhrkranken und Rekonvaleszenten und bei Personen in der Umgebung von Ruhrkranken, gaben die Anregung, auch bei dem vorliegenden Material auf derartige Kolibazillen zu achten.

Die Agglutinationsfähigkeit der Kolibazillen mit Flexnerserum war nur eine vorübergehende, sie wurde von den obigen Autoren mit der Ruhrinfektion des Organismus in Zusammenhang gebracht und als „Paragglutination" bezeichnet. Der Kürze halber werden im folgenden Kolibazillen, die mit Flexnerserum agglutinieren, „Koliflexnerbazillen" genannt werden.

Eingehender geprüft sind 9 derartige Stämme, die aus den Stühlen von 7 Personen — 6 Kinder 1 Erwachsene — gezüchtet wurden.

Aus Tabelle III, die die näheren Angaben enthält, ist ersichtlich, daß klinische Ruhrerscheinungen bei keinem der Kinder nachzuweisen waren.

Nur in einem Falle, Nr. 2, ließ sich ein Zusammenhang mit Ruhr feststellen. Als bei diesem Kinde zweimal Koliflexnerbazillen gefunden waren, wurde der Mutter mit Bestimmtheit gesagt, daß das Kind früher ruhrkrank gewesen sei oder in der Familie ein Ruhrfall vorgekommen sein mußte. Die Mutter gab dann zu, daß sie ein Jahr zuvor an „roter Ruhr" gelitten habe und in ärztlicher Behandlung gewesen sei.

Bei den übrigen 5 Fällen ließ sich kein Zusammenhang mit Ruhrerkrankungen nachweisen. Kulturell verhielten sich sämtliche 9 Stämme wie Bact. coli. Eine geringe Gärfähigkeit gegenüber dem Traubenzucker wurde nicht beobachtet. 5 der Stämme und zwar Nr. 3, 8, 15, 46, 108 von den 4 Patienten 1, 2, 3, 5 wurden auf ihr Verhalten gegenüber Rohrzucker geprüft.

Sie vermochten sämtlich Saccharose nicht zu zersetzen, sie werden demnach der β Reihe nach Smith[2]) zuzuzählen sein. Die Prüfung der Agglutination mit Flexnerserum geschah makroskopisch unter Lupenvergrößerung, nach 2stündigem Aufenthalt der Aufschwemmung im Brutschrank bei 37°. Vielfach wurde das Agglutinoskop von Kuhn-Woithe zur Kontrolle benutzt.

Es wurden stets Kontrollen mit Normalkaninchenserum angesetzt, sämtliche Stämme sind auch mit Typhus-, Paratyphus B- und Gärtnerserum geprüft worden, mit diesen Seren ging die Agglutination niemals bis 1 : 500. Der Grenzwert war durchschnittlich die Verdünnung 1 : 100.

---

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte 1911, Bd. 31, Heft 2.

[2]) Escherich und Pfaundler, Bact. coli comm. Kolle-Wasserm. Bd. II, S. 350.

Tabelle IV.

Koliflexner-Stamm	Flexner Serum				Normal Kan.-Serum		
	100	1000	5000	10 000	100	500	
8	+++	++	+	0	0	0	Untersuchung 9. 4. (20. 6. Unters. negativ)
3	+++	+	0	0	+	0	Untersuchung 9. 4.
16	+++	++	+++	0	0	0	"
15	+++	+++	0	0	0	0	" (am 20. 6. 1 : 2000 +)
46	++	++	++	0	++	±	Untersuchung 20. 4.
30	+++	+	0	0	0	0	"
Flexner Ruhr	+++	++	+	0	0	0	Untersuchung 9. 4

Tabelle V.

Stamm	Serum	1 : 100	1 : 500	1 : 1000	1 : 2000
3	Flexner-Serum	+	+	+	0
	Koliflexner 3-Serum	+	+	+	+ 8000 Grenze
	Normal-Kaninchen-Serum	+	0	0	0
8	Flexner-Serum	+	+	+	+
	Koliflexner 3-Serum	0	0	0	0
	Normal-Kaninchen-Serum	0	0	0	0
15	Flexner-Serum	+	+	+	+
	Koliflexner 3-Serum	0	0	0	0
	Normal-Kaninchen-Serum	0	0	0	0
16	Flexner-Serum	+	+	+	+
	Koliflexner 3 Serum	0	0	0	0
	Normal-Kaninchen-Serum	0	0	0	0
30	Flexner-Serum	+	+	+	+
	Koliflexner 3-Serum	+	+	+	+
	Normal-Kaninchen-Serum	±	±	0	0
46	Flexner-Serum	+	+	+	+
	Koliflexner 3-Serum	0	0	0	0
	Normal-Kaninchen-Serum	0	0	0	0
89	Flexner-Serum	+	+	+	+ 3200 Grenze
	Koliflexner 3-Serum	+	+	+	+ 8000 Grenze
	Normal-Kaninchen-Serum	0	0	0	0
108	Flexner-Serum	+	+	+	±
	Koliflexner 3-Serum	+	0	0	0
	Normal-Kaninchen-Serum	0	0	0	0

Digitized by Google

Stamm	Serum	1 : 100	1 : 500	1 : 1000	1 : 2000
Flexner	Flexner-Serum	+	+	+	+ 5000 Grenze
	Koliflexner 3-Serum	+	+	+	+ 4000 Grenze
	Normal-Kaninchen-Serum	±	0	0	0
118	Flexner-Serum	+	+	0	0
	Koliflexner 3-Serum	+	+	+	+ 4000 Grenze
	Normal-Kaninchen-Serum	+	0	0	0

Die frisch aus dem Stuhl gezüchteten Stämme wurden als Agarkulturen im Eisschrank aufbewahrt und von diesen Originalkulturen wurde für die Folge für jede spätere Agglutination frisch abgeimpft.

Es sollte hiermit dem von Kuhn, Gildemeister und Woithe beobachteten Schwinden der Paragglutination bei häufigem Überimpfen vorgebeugt werden.

Es wurde auf diese Weise auch erreicht, daß die zur Agglutination benutzten Koli-Flexner-Stämme sich während 2 Monate agglutinatorisch ungefähr gleich verhielten.

Die Koli-Flexner-Stämme agglutinierten mit dem Flexnerserum $^1/_{5000}$ in den Verdünnungen zwischen 1000 und 5000 (s. Tabelle IV und V).

Es wurden nun mit dem Koliflexner-Stamm 3, der die geringste Paragglutination mit dem Flexnerserum zeigte, in der Zeit vom 14. 5.—3. 6. zwei Kaninchen immunisiert und zwar das eine mit lebenden Bazillen, das andere mit abgetöteten, beide intravenös.

Das Serum des mit lebenden Bazillen vorbehandelten Kaninchens hatte für den Stamm 3 einen Agglutinationstiter $^1/_{4000}$, für den Flexnerstamm $^1/_{2000}$, das Serum des anderen Kaninchens für Stamm 3 einen Titer $^1/_{8000}$, für Flexner $^1/_{4000}$ (s. Tabelle V). Gleichzeitig war ein anderes Kaninchen mit dem Flexner-Laboratoriumsstamm immuisiert. Das Serum dieses Tieres besaß den Titer $^1/_{4000}$ für Flexner, $^1/_{2000}$ für Stamm 3. Die Titer für Stamm 3 und Flexner stehen bei den 3 Tieren stets ungefähr im Verhältnis 1 : 2.

Mit dem Koliflexner 3 Serum (Titer $^1/_{8000}$) agglutinierten nur die Stämme 30, 89, also Koliflexner-Stämme von Patienten, die mit dem Träger des Stammes 3 nicht im Zusammenhang standen. Dagegen agglutinierten mit diesem Serum weder der Stamm 15, der 2 Tage später als Stamm 3 aus dem Stuhl desselben Patienten gezüchtet war, noch Stamm 108, dessen Träger in engster Beziehung zu dem Träger des Stammes 3 stand (s. Tabelle III und V).

Es wäre meines Erachtens nicht auffallend gewesen, wenn sämtliche Koliflexnerstämme von dem Serum Koliflexner 3 agglutiniert würden, denn diese sowohl wie das Koliflexner 3-Serum besitzen Flexnerkomponenten. Das Auffallende ist, daß die Stämme, die durch Flexnerserum agglutiniert werden, von einem

Digitized by Google

Serum, das seinerseits Flexnerbazillen agglutinierte, unbeeinflußt gelassen werden. Vielleicht treten im Koliflexnerserum 3, bestimmten Koliflexnerstämmen gegenüber, Hemmungen ein, die die Flexnerkomponente des Serums nicht zur Wirksamkeit kommen lassen.

Kuhn, Gildemeister und Woithe nehmen an, daß ihre Befunde der Paragglutination bei „Y“ Ruhrkranken auf einen inneren Zusammenhang zwischen Paragglutination und Ruhrinfektion deuten. Die obigen Untersuchungen können in dieser Frage nur als Material dienen, eine Stellungnahme lassen sie nicht zu.

Auf jeden Fall scheinen bei dieser interessanten Frage die Verhältnisse recht kompliziert zu liegen und die Deutung, ob bei einem Koliflexner Paragglutination oder Mitagglutination vorliegt, im einzelnen Fall oft unmöglich. Als Beispiel hierfür diene der in Tabelle V angeführte Kolistamm 118. Er wurde gezüchtet aus dem normalen Stuhl eines 11jährigen Mädchens, der Schwester des in Tabelle I angeführten, als paratyphuskrank nachgewiesenen Säugling S. (Fall 2).

Der Kolistamm 118 wurde isoliert, da er bei der Probeagglutination mit dem Serum Koliflexner 3 stark agglutinierte. Bei weiterer Prüfung wurde festgestellt, daß er mit dem Serum Koliflexner 3 (Titer $^1/_{8000}$) bis $^1/_{4000}$ noch stark, mit Flexnerserum bis $^1/_{500}$ agglutinierte.

Die Trägerin dieses Stammes 118 hatte allerdings kurz vorher Durchfall gehabt, ihr Bruder war aber offenbar paratyphusinfiziert.

Ob nun bei dem Stamm 118 bezüglich seiner Agglutination mit Flexner-Serum eine Paragglutination geringeren Grades oder eine Mitagglutination vorlag, hat sich nicht mehr weiter prüfen lassen, da der Stamm überhaupt inagglutinabel wurde.

Tabelle VI.

Bezeichnung	Immunisiert mit …… am ……	Agglutinationstiter des Serum am 3. 6.	Agglutinationstiter der am 7. 6. im Kot gefunden		
			Koli-Bazillen		Normal-Kan.-Serum
			für Flexner-Serum $^1/_{4000}$	Koliflexner 3-Serum Tit. $^1/_{8000}$	
Kaninchen grau	Flexner-Ruhr abgetötet 14. 5. 23. 5.	Flexner-Bac. 1 : 4000 Koliflexner-Bac. 1 : 2000	nach 2^h 2000 ± nach 24^h 7000 +	nach 2^h 100 — nach 24^h 100 —	nach 2^h 100 — nach 24^h 100 —
Kaninchen weiß	Koliflexner 3 abgetötet 14. 5. 23. 5.	Flexner-Bac. 1 : 4000 Koliflexner-Bac. 1 : 8000	nach 2^h 1000 + nach 24^h 8000 +	nach 2^h 100 — nach 24^h 100 —	nach 2^h 100 — nach 24^h 100 —
Kaninchen schwarz	Koliflexner 3 lebend 14. 5. 24. 5.	Flexner-Bac. 1 : 2000 Koliflexner-Bac. 1 : 4000	nach 2^h 1000 + nach 24^h 2000 +	nach 2^h 100 — nach 24^h 100 —	nach 2^h 100 — nach 24^h 100 —

Digitized by Google

Tabelle VII.

	Kaninchenstamm	Flexner-Serum $^1/_{5000}$				Kolitlexner 3-Serum $^1/_{8000}$		Paratyphus A Serum $^1/_{5000}$			Paratyphus B-Serum (Esel) $^1/_{20000}$			Normal-Kan.-Serum	
		100	400	1000	2000	100	1000	100	500	1000	100	500	1000	100	500
1	5	+	-	+	+	±	0	.	.	.	.	.	.	0	0
2	6	+	+	+	+	0	0	.	.	.	.	.	.	±	0
		(nach 6 Wochen 1000 + 2000 ±)			(3200 +)										
3	315	+	+	+	+	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0
4	316	+	+	+	+	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0
5	273	-	+	+	+	±	0	0	0	0	+	±	0	0	0
6	993	+	+	-	+	0	0	0	.	.	.	.	.	0	0
		(nach 6 Wochen 1000 + 2000 ±)													
7	Weiß s. Tabelle VI	+	+	+	+	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0

Ausgehend von dem Gedanken, daß die Erscheinung der Paragglutination vielleicht auch an mit Flexnerbazillen immunisierten Tieren zu beobachten sein könnte, wurden die Kolibazillen der drei Kaninchen, die mit Flexner-Ruhr und dem Koliflexner-Stamm 3 vorbehandelt waren, serologisch geprüft[1]).

Wie Tabelle 6 zeigt, hatten sämtliche 3 Tiere Kolibazillen, die vom Flexnerserum beeinflußt wurden.

Da die Tiere unbehandelt nicht untersucht waren, wurden Tiere zur Untersuchung genommen, die bestimmt einer Ruhrinfektion nicht ausgesetzt gewesen waren. Am 10. 6. wurden daher 10 Kaninchen des Vorratsstalles und am 17. 6. 5 aus den Vorräten der Syphilisabteilung untersucht, ferner am 6. 7. ein Kaninchen 993, das mit Typhusbazillen infiziert war.

Von den am 10. 6. untersuchten Tieren hatten 2 Tiere, Nr. 1 und 2 der Tabelle VII, von den am 17. 6. untersuchten 3 Tieren Kolibazillen (Nr. 3—5), die durch Flexnerserum beeinflußt wurden; die Beeinflussung schwankte zwischen den Verdünnungen 400—3200.

Die Stämme 3, 4, 5, 7 der Tabelle VII wurden auch mit Paratyphus B-Serum geprüft und zeigten auch mit diesem ausgesprochene Beeinflussung.

Bei zwei von den Kaninchenkolistämmen Nr. 2 und 6 der Tabelle VII wurde versucht eine Abschwächung der Beeinflussung festzustellen. Die Stämme wurden mehrmals abgeimpft und bei Zimmertemperatur aufbewahrt.

Der eine Stamm, Nr. 2 der Tabelle VII wurde am 26. 7. nur noch in der Verdünnung 1 : 1000 deutlich, 1 : 2000 schwach, der Stamm 6 der Tabelle VII am 14. 7. gleichfalls in der Verdünnung 1000 deutlich, in der Verdünnung 1 : 2000 schwach von Flexnerserum beeinflußt. Nach 4—6 Wochen war also anscheinend eine Abschwächung der Einwirkung des Flexnerserums eingetreten.

[1]) Ähnliche Versuche sind bereits von Kuhn, Gildemeister und Woithe im Anschluß an die von ihnen berichteten Befunde über „Paragglutination" ausgeführt worden. (Siehe die folgende Arbeit.)

Unter der Einwirkung des Flexnerserums trat eine deutliche Häufchenbildung, die makroskopisch und mit der Lupe leicht festzustellen war, auf. Diese Agglutination unterschied sich aber von der Agglutination der aus dem Menschen gezüchteten Flexner- und Koliflexnerstämmen dadurch, daß die Agglutination in höheren Verdünnungen sich meistens durch kräftiges Schütteln beseitigen ließ, um nach längerer Zeit wieder aufzutreten.

Die Agglutination in der Verdünnung 1 : 100 bis 1000 ließ sich aber bei den Stämmen 2 und 6 der Tabelle VII nicht beseitigen.

Ferner zeigten diese Kolibazillen auch eine auffällige Beeinflussung durch Paratyphus-Eselserum (Hogcholera), auch hier wurden Titer bis 1 : 1000 erreicht. Somit unterscheiden sich teilweise diese Kaninchenkolistämme doch wesentlich von den von Kuhn und Woithe in menschlichen Faeces gefundenen paragglutinierenden Stämmen.

Weitere Untersuchungen durch Gewinnung von agglutinierenden Seren mit Hilfe dieser Kaninchenkolistämme müssen zeigen, ob es sich um typische Agglutination oder um spontane Agglutination handelt.

III. Zur Frage der „Parakolibazillen".

Zum Schluß möchte ich hier noch, im Anschluß an die oben besprochenen Studien über die Kolibazillen eine Beobachtung bezüglich Parakolibazillen anfügen.

Mir stand ein von Dr. Meinicke-Hagen i. W. gütigst überlassener Parakolistamm zur Verfügung. Dieser Stamm ist von Meinicke und Neuhaus[1]) näher beschrieben anläßlich einer durch diesen Stamm veranlaßten unter dem Bilde akuter septischer Erscheinungen verlaufenden tödlichen Erkrankung. Der Stamm Parakoli Hagen ist ein Kolistamm, der aus Traubenzucker kein Gas zu bilden vermag.

Mit ihm identisch ist offenbar ein von Löffler und ein von Schütze[2]) gezüchteter Kolistamm. Letzterer hatte auch zu einer tödlich verlaufenden septischen Erkrankung Anlaß gegeben. Diese Infektion ist wahrscheinlich auf den Genuß von Schinken zurückzuführen.

Es wurde mit diesem Parakolistamm Hagen ein Kaninchenserum hergestellt, das den Agglutinationstiter 1 : 16000 hatte.

Da der von Schütze beschriebene Fall offenbar nach dem Genuß nicht einwandfreien Schinkens erkrankt war, war es nicht unwahrscheinlich, daß derartige Kolibazillen in normalem Schwein vorhanden waren, entsprechend den Befunden von Bazillen der Paratyphusgruppe im Darm normaler Schweine (vgl. Uhlenhuth und seine Mitarbeiter).

Von 9 untersuchten Schweinen hatten 3 Tiere Kolibazillen im Darm, die mit dem Parakoliserum agglutinierten. 2 Stämme gingen bis zur Titergrenze $^1/_{16000}$, der dritte Stamm nur bis $^1/_{10000}$.

Kontrollen mit normalem Kaninchenserum, Flexner, Paratyphus, Typhus und Gärtnerserum waren höchstens bis zur Verdünnung 1 : 100 positiv.

---

[1]) Mediz. Klinik 1909, Nr. 6.
[2]) Mediz. Klinik 1910, Nr. 24.

Das Auffällige nun war, daß diese Kolistämme, die auf Grund der Agglutination mit dem Parakoliserum als Parakoli anzusprechen waren, sich kulturell wie das gewöhnliche Koli verhielten, sie bildeten aus Traubenzucker, Mannit, Maltose unter starker Säurebildung reichlich Gas.

Auf Grund der Agglutinationsprüfung ist anzunehmen, daß der Parakoli Hagen ein in seinem Vergärvermögen Zuckerarten gegenüber veränderter Kolistamm ist und daß diese Kolirasse mit unabgeschwächtem Vergärungsvermögen bei Schweinen nicht selten vorkommt.

Die Auffassung, man könne durch Immunisierung mit einem Kolistamm in der Regel nur Sera erhalten, die auf den zur Immunisierung benutzten Stamm spezifisch einwirken, ist auf Grund obiger Beobachtungen jedenfalls allgemein gefaßt nicht richtig.

Digitized by Google

Nachtrag zu der Arbeit[1])
„Über bakteriologische Beobachtungen bei Irren-Ruhr, insbesondere über die Erscheinung der Paragglutination."

Von

Dr. Ph. Kuhn,
Oberstabsarzt beim Kommando der Schutztruppen im Reichskolonialamt, beurlaubt zum Kaiserlichen Gesundheitsamte,

Dr. E. Gildemeister,
Kgl. preußischem Stabsarzt, kommandiert zum Kaiserlichen Gesundheitsamte,

und

Dr. Woithe,
Kgl. bayerischem Oberarzt, früher kommandiert zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Im Anschluß an die von uns vertretene Auffassung, nach der zwischen der Agglutinierbarkeit von Colibazillen und Kokken durch Ruhrsera und ihrer Herkunft aus dem Darm von Ruhrkranken ein innerer Zusammenhang besteht, haben wir versucht, experimentell im Tierkörper „paragglutinierende" Colistämme zu erzeugen. Wenn auch die positiven Ergebnisse dieser längere Zeit hindurch fortgesetzten Versuche verhältnismäßig gering sind, so sei es uns mit Rücksicht auf die in letzter Zeit sich häufenden Beobachtungen über weitere auffallende Agglutinationen (Sobernheim und Seligmann, Haendel und Gildemeister) gestattet, kurz darüber zu berichten.

Die Versuche wurden von uns bereits bald nach unserer ersten Veröffentlichung[2]) über den Gegenstand begonnen, haben aber mehrfache Unterbrechungen erfahren. Inzwischen ist von Rimpau (in der vorstehenden Arbeit S. 384) über ähnliche Versuche berichtet worden.

Die Schwierigkeit der Versuche liegt besonders darin, daß sich die Bedingungen, unter denen nach unserer Ansicht die Eigenschaft der Paragglutination erworben wird, begreiflicherweise im Tierexperiment nicht direkt nachahmen lassen.

Die Versuche wurden durchweg an Kaninchen ausgeführt. Es wurde zunächst versucht, Colibazillen durch Einspritzen in die Blutbahn von Kaninchen, die mit Flexnerbazillen immunisiert waren, allmählich Rezeptoren für die Agglutinine des Ruhrserums anzuzüchten. Es wurden 6 Kaninchen mit lebenden und 6 mit ab-

---

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. 31, Heft 2, 1911.

[2]) Vgl. Kuhn und Woithe, Mitteilungen über bakteriologische Befunde bei Ruhrfällen, Deutsche militärärztl. Zeitschrift 1909, Kuhn und Woithe, Über eigenartige bakteriologische Befunde bei Ruhrkranken, Med. Klinik 1909.

getöteten Flexnerbazillen immunisiert, so daß ein Agglutinations-Titer von 5—8000 erreicht wurde. Den ersteren wurde ein aus dem Darminhalt eines gesunden Menschen stammender Colistamm, der bei zahlreichen Prüfungen in der Verdünnung von $^1/_{10}$ weder im Normalkaninchenserum, noch im Flexnerkaninchenserum eine Beeinflussung gezeigt hatte, in steigenden Mengen in die Blutbahn gebracht. Die Behandlung dauerte 2 mal je einen Tag, einmal 2, einmal $2^1/_2$, einmal fast 3 und einmal 4 Wochen. Sie wurde solange fortgesetzt, bis die Tiere verendeten. Die aus den Organen gewonnenen Colibakterien wurden durch ein mit ihrem Ausgangsstamm hergestelltes spezifisch agglutinierendes Serum identifiziert.

In dem Tier, das fast 3 Wochen behandelt war, wurden Stämme vorgefunden, die im Flexnerserum, aber auch in einem an sich stark agglutinierenden Normalkaninchenserum bis zur Verdünnung von $^1/_{200}$ makroskopisch deutlich agglutiniert wurden. Durch verschiedene andere Kaninchensera wurden diese Stämme weniger agglutiniert. Die aus den übrigen Tieren gewonnenen Stämme zeigten, wenn sie von der Platte abgenommen wurden, mehrfach eine schwache Agglutination in der Verdünnung $^1/_{10}$, nach Weiterimpfung auf Agarröhrchen verschwand dieses Vermögen wieder. Dies letztere Ergebnis erhielten wir bei vier Normalkaninchen, die in gleicher Weise mit dem Colistamm behandelt wurden. Die agglutinierbaren Stämme aus dem drei Wochen lang behandelten Tier behielten bei mehrfachen Verimpfungen auf Agar die Eigenschaft, in Flexner- und Normalserum beeinflußt zu werden; jedoch waren später nur Verdünnungen bis $^1/_{50}$ wirksam.

Ein derartiger Stamm wurde nun zur Behandlung der oben erwähnten 6 mit abgetöteten Flexnerbazillen immunisierten Tiere benutzt. Dabei wurde der aus dem erstinjizierten Tier gezüchtete Stamm ins nächste hineingeschickt usf.; in keinem Falle trat bei den Passagen durch diese 6 Tiere eine agglutinatorische Änderung unseres Colistammes zutage.

Es ist also in einem dieser Versuche eine gewisse Agglutinabilität eines Colibakteriums erreicht worden, jedoch annähernd ebenso stark gegen Normalserum, wie gegen Flexnerserum.

In keinem Falle war bei der Gewinnung der Stämme aus den verendeten Kaninchen ein Anhaltspunkt gegeben, wie lange sich die einzelnen Stämme im Kaninchenkörper befunden hatten, ob sie von einer der ersten oder von einer der letzten Einspritzung herrührten. Ferner bleibt zu erwägen, ob der von uns zu diesen Versuchen gewählte Colistamm zur Erwerbung paragglutinierender Eigenschaften besonders geeignet war. Unsere Wahl war deshalb auf ihn gefallen, weil er im Normalserum wie in Flexnerserum selbst bei $^1/_{10}$ nicht agglutiniert wurde. Wir haben nunmehr mit einem Colistamm, der früher das Phänomen der Paragglutination mit Flexnerserum gezeigt, es jetzt aber vollständig eingebüßt hat, analoge Versuche eingeleitet. Falls sie positiv ausfallen, wird darüber berichtet werden.

Weiterhin haben wir, von der Erwägung ausgehend, daß sich möglicherweise auch in dem Darminhalt von Tieren, die gegen Flexnerruhr immunisiert sind, paragglutinierende Colibakterien finden, zwei lange Zeit hindurch mit abgetöteten Ruhrkulturen behandelte Esel und zwei Ruhr-Kaninchen in dieser Richtung untersucht.

Digitized by Google

Bei einem der letzteren fanden wir einmal einen Colistamm, der im Flexnerserum (Titer $^1/_{8000}$) bis zur Verdünnung von $^1/_{200}$ und in dem oben erwähnten im allgemeinen stark agglutinierenden Normalkaninchenserum ebenso weit agglutiniert wurde. Bei einer zweiten Untersuchung wurden nur Stämme gefunden, die kaum durch Ruhrserum beeinflußt wurden. Bei dem anderen Ruhr-Kaninchen fanden sich bei zweimaliger Untersuchung neben nicht agglutinierenden zahlreiche Colistämme, die bis zur Verdünnung $^1/_{600}$ durch Flexnerserum, aber nicht durch Normalserum agglutiniert wurden.

Zur Kontrolle wurde der Kot von 18 unbehandelten Kaninchen untersucht. 15 dieser Tiere wiesen Colibakterien auf, die weder durch Flexner-Immunserum, noch durch Normalserum in der Verdünnung 1 : 100 agglutiniert wurden. Aus einem Kaninchen wurden Colibakterien isoliert, die Agglutination durch Flexner-Immunserum $^1/_{100}$ makroskopisch zeigten. Der Kot von 2 Tieren dagegen enthielt Colibakterien, die bei $^1/_{1000}$ deutlich, und bei $^1/_{2000}$ schwache Agglutination mit Flexner-Immunserum (Titer 1 : 5000) erkennen ließen, und die durch Normalserum bei $^1/_{100}$ nicht beeinflußt wurden. Ähnliche Befunde teilt Rimpau (a. a. O.) mit. Ein mit einem unserer letztgenannten Colistämme hergestelltes agglutinierendes Kaninchenserum, das den homologen Stamm bis 1 : 5000 beeinflußte, agglutinierte Flexnerbazillen bei $^1/_{50}$ deutlich, bei $^1/_{100}$ nur noch schwach. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß Flexnerbazillen in dem Serum des immunisierten Kaninchens vor der Behandlung in gleicher Höhe Agglutination aufwiesen.

Durch das Vorkommen solcher Stämme bei Kaninchen wird die von uns für die paragglutinierenden Colistämme bei Menschen gegebene Deutung u. E. nicht beeinträchtigt. Wir haben zahlreiche Kontrolluntersuchungen, in jüngster Zeit wiederum bei etwa 60 Personen, die nicht an Ruhr erkrankt waren, vorgenommen und keine paragglutinierenden Stämme gefunden.

Ferner sprechen das reichliche, z. T. ausschließliche Vorkommen der abnormen Colistämme bei ruhrkranken Menschen, das gleichzeitige Vorhandensein von paragglutinierenden Kokken im Falle Sieg, die analogen Befunde von Duval und Schorer bei Kinderruhr, von Lentz, v. Drigalski und Prigge bei Typhus und Paratyphus[1]) dagegen, daß es sich um Zufallsbefunde handelt. Ein von Rimpau beobachteter Fall (a. a. O. S. 392) zeigt, daß der Befund von derartigen paragglutinierenden Stämmen gelegentlich in diagnostischer Hinsicht wertvolle Anhaltspunkte geben kann.

---

[1]) Vergl. unsere Arbeit im Band 31, Heft 2 der Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, S. 411 und 412.

Digitized by Google

Über den Nachweis von Kokosnußfett in Butter und Schweineschmalz.

Von

Dr. Eduard Polenske,

Technischem Rat im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

I. Einleitung.

Geschichtlich ist über den vorliegenden Gegenstand kurz zu erwähnen, daß Verfälschungen der Butter und des Schweineschmalzes mit Palmfetten (Kokosnußfett), schon seit längerer Zeit vorgekommen sind. Die Butterverfälschungen hatten in den Jahren 1902/03 einen ganz bedeutenden Umfang angenommen, indessen konnten nach den damals bekannten Untersuchungsmethoden selbst gröbere Zusätze der genannten Fette zur Butter und Schmalz nicht sicher nachgewiesen werden. Dieser Umstand veranlaßte eine Anzahl von Landwirtschaftskammern im Verein mit den Ältesten der Kaufmannschaft in Berlin, für die Ausarbeitung einer Methode zur schnellen, sicheren und wenig kostspieligen Ermittelung dieser Verfälschungen ein Preisausschreiben ergehen zu lassen, das im Deutschen Reichsanzeiger vom 15. Februar 1904 veröffentlicht wurde. Als Preise wurden ausgesetzt: 3000 M. für Ermittelung eines Verfahrens zur Feststellung von Palmfetten in der Butter. 1000 M. für Ermittelung eines Verfahrens zur Feststellung von Palmfetten in Schweineschmalz. 2000 M. für Ermittelung eines Verfahrens zur Feststellung von Schweineschmalz in Butter. Der Preisbewerb wurde insbesondere an folgende Bedingungen geknüpft: Die ermittelte Untersuchungsmethode muß in größeren, geeignet eingerichteten chemischen Laboratorien in einem Tage ausgeführt werden können und darf bei einem sicheren Nachweis von schon 15% des Fremdfettes nicht mehr als 6 M. Kostenaufwand verursachen.

Nach einer Mitteilung der Landwirtschaftskammer für die Provinz Brandenburg[1]) hat die Preisgerichtskommission mit Zustimmung sämtlicher am Preisausschreiben beteiligter Korporationen am 7. Oktober 1909 beschlossen, die für die Erteilung von Preisen verfügbare Summe von 4000 M. an Dr. Fendler, Steglitz und Dr. Erich Ewers, Magdeburg, für ihre eingereichten Arbeiten und die darin mitgeteilten Verfahren zu gleichen Teilen (je 2000 M.) zu verteilen.

Über den Nachweis von Kokosfett in Butter sind schon vor dem Jahre 1904

[1]) Zeitschr. f. öff. Chemie 1910, S. 131.

Digitized by Google

von A. Reychler[1]), Wauters[2]), F. H. van Leent[3]) und andern Forschern Methoden veröffentlicht worden, nach denen das Vorhandensein von Kokosfett in Butter an der Menge der flüchtigen, im wässerigen Destillate gelösten und ungelösten Fettsäuren erkannt werden soll.

Zu gleichem Zweck und auf gleicher Grundlage aufbauend, habe auch ich im Jahre 1904 „Eine neue Methode zur Bestimmung des Kokosnußfettes in der Butter"[4]) veröffentlicht, in der ich zugleich auf die den Methoden der oben genannten drei Autoren anhaftenden Mängel hingewiesen habe. Zur Nachprüfung des Ewersschen und Fendlerschen Verfahrens habe ich nun neuerdings eine größere Anzahl reiner Butterproben und Gemische derselben mit 10% Kokosnußfett sowohl nach diesen beiden Verfahren als auch gleichzeitig nach meinem Verfahren untersucht.

In nachstehender Abhandlung sollen die nach diesen drei Verfahren erhaltenen Versuchsergebnisse miteinander verglichen werden.

II. Die zur Untersuchung verwendeten Butterproben.

Bei der Wahl der zu den Versuchen verwendeten Butterproben ist absichtlich eine größere Anzahl von Proben mit möglichst niedrigen und hohen Reichert-Meißl-Zahlen berücksichtigt worden, weil an derartigen Proben am sichersten die Zuverlässigkeit der in Rede stehenden Methoden beurteilt werden kann. Ferner wurden sowohl vom April und Mai als auch vom Oktober und November des Jahres 1910 herstammende Butterproben als Untersuchungsmaterial verwendet, wodurch gleichzeitig die Unterschiede, welche Butter bekanntlich im Frühjahr und Herbst aufweist, berücksichtigt worden sind.

Über die Herkunft der untersuchten Butterproben, die zu einem Zweifel an ihrer Reinheit keinen Anlaß geben, ist Folgendes zu beachten:

1. April- und Mai-Butter.

Die Proben Nr. 1, 2 und 3[5]) waren holländische Staatskontrollbutter mit hohen Reichert-Meißlschen Zahlen, die mir durch Vermittelung des Herrn Dr. Fritzsche in Cleve von Herrn van Gulick in Grevenhagen, Direktor der Butterkontrollstation im Haag, eingesandt wurden. Gleicher Herkunft waren die Butterproben Nr. 4 bis 9 mit niedrigen Reichert-Meißlschen Zahlen.

Die Proben Nr. 10—14 erhielt ich von Herrn Dr. Siegfeld vom Milchwirtschaftlichen Institut in Hameln a. W.

Probe Nr. 15 wurde in einer Berliner Butterhandlung (Vereinigte Pommersche Meiereien) und Probe Nr. 16 von der Berliner Molkerei Bolle anfangs Mai 1910 angekauft.

---

[1]) Bull. de la Soc. Chim. Paris 1901, **25**, 142.

[2]) Rev. internat. des falsificat. 1901, **14**, 89/94. Zeitschr. f. Unters. der Nahrungs- und Genußmittel usw. 1902, S. 222.

[3]) Chemisch Weekblad 1903, I, 17.

[4]) Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 1904. Bd. XX, Heft 3, S. 545 ff.

[5]) Die hier aufgeführten Nummern entsprechen der laufenden Nummer der Butterproben in den Tabellen B, C und D dieser Abhandlung.

Probe Nr. 17 wurde anfangs April 1910 und Probe Nr. 18 anfangs Mai 1910 von der Molkereischule Brehna bei Halle a. S. bezogen. Die Proben Nr. 19—21 übersandte mir Herr Dr. Fritsche-Cleve. Hiervon waren Nr. 19 als Bauernbutter und Nr. 20 und 21 als Molkereibutter dortiger Gegend bezeichnet.

Probe Nr. 22 war eine von Herrn Dr. Fischer-Bentheim eingesandte Gutsbutter und Nr. 23 war anfangs April 1910 angekaufte Butter bester Qualität der Molkerei Bolle-Berlin.

2. Oktober- und November-Butter.

Von diesen 11 Butterproben waren:

Probe Nr. 24 angekaufte Meiereibutter von unbekannter Herkunft.

Die Proben Nr. 25 und 26 sind von der Molkereischule Brehna b. Halle und die Proben Nr. 27 und 28 durch Vermittelung des Herrn Dr. Fritzsche-Cleve von der Molkerei Magdeburg bezogen worden. Die Proben Nr. 29—31 überließ mir Herr Dr. Fritzsche-Cleve. Hiervon stammen die Proben Nr. 29 und 30 von der Molkerei Griethausen bei Cleve und Nr. 31 von der Lehr-Molkerei Boß im Allgäu her. Die Proben Nr. 32—34 waren wieder holländische, unter Staatskontrolle hergestellte Butter, eingesandt von Herrn van Gulick-Grevenhagen.

3. Ältere Butterproben.

Außer den vorstehend bezeichneten 34 frischen Butterproben sind noch die folgenden 7 älteren Butterproben untersucht worden, die zum Teil jahrelang im Eisschrank aufbewahrt worden waren, sich aber in Farbe und Geruch noch ziemlich gut erhalten hatten.

Von diesen älteren Butterproben waren:

die Proben Nr. 35 bis 39 seinerzeit von Herrn Dr. Fritzsche-Cleve als Gutsbutter dortiger Gegend eingesandt worden. Die Proben Nr. 40—42 waren mir von Herrn Dr. Siegfeld-Hameln überlassen. Diese drei Proben stammen von einem von Dr. Siegfeld in den Jahren 1904/6 ausgeführten Fütterungsversuch von Kühen mit Zuckerrübenabfällen her [1]).

III. Nachprüfung des Verfahrens von Ewers [2]).

Das Ewerssche Verfahren beruht darauf, daß die hochmolekularen Fettsäuren durch die Schwerlöslichkeit ihrer Magnesiumsalze zunächst von den mittel- und niedrigmolekularen Fettsäuren abgeschieden werden, worauf die mittelmolekularen Fettsäuren wiederum von den niedrigmolekularen durch ein Ausschüttelungsverfahren mit Petroläther, in dem die letzteren leicht löslich sind, getrennt werden. Durch Titration der aus dem wässerigen Rückstand durch Destillation mit Wasserdämpfen übergehenden Fettsäuren und der im Petroläther gelösten Fettsäuren erhält man zwei Größenwerte, die nach Ewers bei Butterfett eine ziemlich konstante Differenz liefern. Da nun die Fettsäuren aus den löslichen Magnesiumsalzen des Kokosfettes im Gegen-

---

[1]) Zeitschr. f. Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel 1907, 13, S. 513.
[2]) Zeitschr. f. öffentl. Chemie 1910, S. 131.

Digitized by Google

satz zu denen der Butter fast vollständig durch Petroläther ausziehbar sind, so muß sich nach Ewers der Zusatz von Kokosfett zu Butter durch eine Erniedrigung der Differenz bemerkbar machen.

Nach der von Ewers gegebenen Vorschrift werden 5 g Butterfett mit 20 ccm einer etwa $1^1/_4$ normalen, alkoholischen Kalilauge (20 ccm = 50 ccm $^1/_2$ normaler Säure) von etwa 70 Vol.-% Alkoholgehalt auf dem Wasserbade in üblicher Weise verseift. Nachdem dann durch Zurücktitrieren des überschüssigen Alkalis mit $^1/_2$ normaler Schwefelsäure die Verseifungszahl des Fettes festgestellt worden ist, wird der Alkohol aus der Seifenlösung verjagt und der Rückstand mit etwa 180 ccm Wasser in einen 250 ccm-Kolben gespült. Die auf 20° abgekühlte Lösung wird zunächst mit 50 ccm einer etwa $^1/_2$ normalen Magnesiumsulfatlösung (61,5 g $MgSO_4 + 7\ H_2O$: 1 l Wasser) versetzt, dann bis zur Marke mit Wasser aufgefüllt und durch kräftiges Schütteln gut gemischt. Von diesem Gemisch werden 200 ccm Flüssigkeit mit Hilfe einer Saugpumpe abfiltriert. Das klare Filtrat wird in einem Scheidetrichter von ca. 1 l Inhalt mit 10 ccm $^1/_2$ normaler Schwefelsäure angesäuert und dann zweimal mit je 50 ccm und einmal mit 25 ccm leicht siedendem Petroläther ausgeschüttelt, wobei die Flüssigkeiten im Scheidetrichter durch 100, 75 resp. 50 Schüttelschläge gemischt werden. Die so erhaltenen Petrolätherlösungen werden in einem zweiten Scheidetrichter von gleicher Größe vereinigt und dann zweimal mit je 40 ccm, und einmal mit 20 ccm Wasser gewaschen. Mit den ersten 40 ccm Waschwasser wird vorher der entleerte erste Scheidetrichter nachgespült. Von der mit Petroläther ausgeschüttelten wässerigen Flüssigkeit, deren Volumen mit Einschluß des Waschwassers 310 ccm betragen soll, werden aus einem 750 ccm fassenden Erlenmeyerkolben nach Zusatz von 1 ccm verdünnter Schwefelsäure (1 + 3) und einigen Bimssteinstückchen durch Erhitzung auf einem Drahtnetz 250 ccm abdestilliert. Diese Destillation dauert etwa 1 Stunde. Das Destillat wird unter Zusatz von 0,5 ccm Phenolphthaleinlösung mit $^1/_{10}$ normaler Kalilauge titriert. Die zu dieser Titration verbrauchte Anzahl Kubikzentimeter $^1/_{10}$ normaler Lauge bezeichnet Ewers als Destillat-Magnesium-Zahl (D.M.Z.).

In gleicher Weise wird die Anzahl Kubikzentimeter $^1/_{10}$ normaler Kalilauge ermittelt, die nach Zusatz von 50 ccm neutralem 50%igem Alkohol zum Neutralisieren der Fettsäuren erforderlich ist, die in der gewaschenen Petrolätherlösung sich befinden. Die Anzahl der hierfür verbrauchten Kubikzentimeter $^1/_{10}$ normaler Kalilauge stellt die „Petroläther-Magnesium-Zahl" (= P.M.Z.) dar. Von diesen Zahlen werden die bei einem blinden Versuch erhaltenen entsprechenden Werte in Abzug gebracht. Die Summe der D.M.Z. und P.M.Z. wird als „Gesamt-Magnesium-Zahl" (= G.M.Z.) bezeichnet.

Aus der D.M.Z. minus der P.M.Z. ergibt sich die nach Ewers für die Beurteilung der Butter maßgebende „Differenz".

Die von Ewers bei reiner Butter beobachtete „Differenz" bewegte sich innerhalb der Grenzzahlen 10—12. Die Destillat-Magnesium-Zahlen betrugen 17,8—20,8; die Petroläther-Magnesium-Zahlen 7,7—10,1 und die Gesamt-Magnesium-Zahlen 25,5 bis 30,4. Diese Zahlen selbst waren schwankend und abhängig von der Höhe der

Digitized by Google

Verseifungs-Zahlen (225,2—232,5) und der Reichert-Meißl-Zahlen (26,4—30,4), während die „Differenz" von 10—12 nach Ewers konstant bleiben soll. Mit Rücksicht darauf, daß ein Zusatz von 10% Kokosfett die „Differenz" bereits um etwa 3,5 erniedrigt, und unter Belassung eines gewissen Spielraums hat Ewers für reine Butter als unterste Grenze die „Differenz 9" aufgestellt. Wird diese Zahl bei einem Butterfette unterschritten, so soll eine Fälschung desselben mit Palmfett vorliegen.

Nach diesem Verfahren sollen durch die Behandlung der neutralisierten, aus 5 g Butterfett hergestellten Seifenlösung mit 50 ccm Magnesiumsulfatlösung die Fettsäuren mit höherem Molekulargewicht als unlösliche Magnesiumseife ausgefällt werden und die Magnesiumsalze der Fettsäuren mit niedrigerem Molekulargewicht gelöst bleiben.

Um diese Annahme nachzuprüfen, wurden Versuche mit den hier in Frage stehenden Säuren: Myristin-, Laurin-, Caprin-, Capryl-, Capron- und Buttersäure in der Weise ausgeführt, daß wässerige mit Alkalilauge neutralisierte Lösungen von etwa 0,15—0,25 g dieser Säuren im übrigen unter genau denselben Bedingungen wie die nach der oben angegebenen Vorschrift aus Butterfett erhaltenen Seifenlösungen mit 50 ccm Magnesiumsulfatlösung behandelt wurden. Die hierbei erhaltenen Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle A verzeichnet.

Tabelle A.

Bezeichnung der Säure	Angewandte Menge der Säure	Verhalten der neutralisierten Fettsäurelösungen auf Zusatz von 50 ccm Magnesiumsulfatlösung	Verhalten der von den unlöslichen Magnesiumsalzen abfiltrierten Lösung (200 ccm)		
			Auf Zusatz von 10 ccm $\frac{n}{2}$ Schwefelsäure	Gehalt der Petrolätherlösung an Fettsäure	Gehalt des wässerigen Destillates (250 ccm) an Fettsäure
Myristinsäure ($C_{14}H_{28}O_2$)	0,204 g	starke Fällung	Lösung bleibt klar	etwa 1% der angewandten Säure	0% der angewandten Säure
Laurinsäure ($C_{12}H_{24}O_2$)	0,199 „	desgl.	schwache Trübung	etwa 3% der angewandten Säure	desgl.
Caprinsäure ($C_{10}H_{20}O_2$)	0,151 „	nach $^1/_2$ Stunde schwache Fällung	starke Fällung	etwa 77,5% der angewandten Säure	desgl.
Caprylsäure ($C_8H_{16}O_2$)	0,150 „	Lösung bleibt klar	starke Trübung	etwa 71,3% der angewandten Säure	etwa 6,3% der angewandten Säure
Capronsäure ($C_6H_{12}O_2$)	0,160 „	desgl.	Lösung bleibt klar	etwa 39,3% der angewandten Säure	etwa 38,6% der angewandten Säure
Buttersäure ($C_4H_8O_2$)	0,250 „	desgl.	desgl.	etwa 0% der angewandten Säure	etwa 77,6% der angewandten Säure

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß nach der Behandlung der neutralisierten Lösungen der vorgenannten Säuren mit Magnesiumsulfat in der abfiltrierten wässerigen Lösung außer geringen Mengen von Myristinsäure (1%) und Laurinsäure (3%) die gesamte Caprin- Capryl- Capron- und Buttersäure enthalten sind.

Ferner zeigt dieser Versuch, daß bei der Behandlung des wässerigen Filtrats mit Petroläther unter Berücksichtigung, daß anstatt des gesamten Filtrates nur 200 ccm, somit nur $^4/_5$ der ursprünglichen Menge Fettsäure angewandt wurden, die Caprinsäure vollständig, die Caprylsäure größtenteils, Capronsäure etwa zur Hälfte und keine Buttersäure von dem Petroläther gelöst werden, während sich im Destillat die Buttersäure vollständig, die Capronsäure etwa zur Hälfte, die Caprylsäure nur in geringer Menge und keine Caprinsäure vorfindet.

Die nachstehende Tabelle B enthält nun die genau nach dem Ewersschen Verfahren ausgeführten Untersuchungsergebnisse für die vorher genannten 42 Butterproben.

Aus nachstehenden Untersuchungsergebnissen (Tabelle B, S. 408) geht hervor, daß die von Ewers bei reiner Butter als konstant angenommene „Differenz" 10—12 bei mehreren Butterproben mit höheren und niedrigeren Verseifungs- und Reichert-Meißl-Zahlen, als sie Ewers vorlagen, ganz erheblich über- und unterschritten worden ist. Den „Differenzen" der Proben Nr. 5 und Nr. 25 zufolge müßte die Ewerssche „Differenz 10—12" auf 8,5—14,3 erweitert werden, wodurch sie an Wert erheblich verlieren würde. Denn die Spalte 8 der Tabelle B zeigt, daß in den mit 10% Kokosfett gefälschten Butterproben Nr. 1, 2, 4, 5 und 6 diese Fälschung durch das Verfahren von Ewers nicht nachgewiesen wird, weil die von Ewers für reine Butter aufgestellte unterste Differenz 9 bei diesen Proben nicht unterschritten ist. Anderseits zeigen die reinen Butterproben Nr. 23, 25 und 26 mit verhältnismäßig hohen Reichert-Meißl-Zahlen eine kleinere Differenz als 9, würden also nach dem Ewersschen Verfahren als verfälscht zu beurteilen sein.

Während der Drucklegung dieser Arbeit erschien in der „Zeitschrift für Untersuchung der Nahrungs- und Genußmittel sowie Gebrauchsgegenstände" 1911, **21**, S. 598 eine Arbeit von C. Amberger betitelt: „Die Beurteilung des Butterfettes auf Grund des Ewersschen Verfahrens". Amberger hat insbesondere den Einfluß der Laktation und der Fütterung der Kühe auf die Ewerssche Differenz untersucht und kommt in Übereinstimmung mit meinen Untersuchungsergebnissen zu dem Schluß: „auch die Magnesiummethode von Ewers ist meines Erachtens noch weit davon entfernt ‚in einfacher Weise bereits einen Palmfettzusatz von nur 10% in jedem Falle zu entdecken' und ‚einen Zusatz von 10% Palmfett in Butterfett auf einfache, leicht ausführbare Weise sicher nachzuweisen'".

IV. Nachprüfung des Verfahrens von Fendler.

Fendler hat zum Nachweis von Kokosfett zwei Verfahren ausgearbeitet. Das eine Verfahren (A) beruht auf der verschiedenen Löslichkeit der nach Bestimmung der Reichert-Meißl-Zahl im Destillationskolben zurückbleibenden und mit Petroläther zu isolierenden Fettsäuren in 60 volumprozentigem Alkohol. Die im Kokosfett hauptsächlich vorkommenden nichtflüchtigen Fettsäuren, die Laurin- und Myristinsäure, zeichnen sich durch ihre leichte Löslichkeit in 60%igem Alkohol aus, hingegen sind die in Butter und Schweineschmalz enthaltenen Fettsäuren, die Palmitin-, Stearin- und Ölsäure, in diesem Alkohol schwerer löslich.

Digitized by Google

Tabelle B. Untersuchungsergebnisse nach der Methode von Ewers.

1	2	3	4	5	6	7	8
Laufende Nummer der Butterproben	Verseifungszahl	Reichert-Meißl-Zahl	Gesamt-Magnesium-Zahl G.M.Z.	Destillat-Magnesium-Zahl D.M.Z.	Petroläther-Magnesium-Zahl P.M.Z.	„Differenz“	Butterfett + 10% Kokosfett. „Differenz“
			Frische Butter, vom April und Mai 1910.				
1	226,3	30,1	29,0	21,4	7,6	13,8	9,2
2	227,3	30,9	30,6	22,3	8,3	14,0	9,7
3	227,2	31,0	30,6	21,4	9,2	12,2	7,2
4	215,6	22,7	22,0	17,5	4,5	13,0	9,6
5	216,4	23,4	22,3	18,3	4,0	14,3	9,3
6	216,4	22,6	21,9	17,9	4,0	13,9	9,6
7	220,1	25,4	24,0	18,8	5,2	13,6	8,9
8	217,5	22,8	22,0	16,3	5,7	10,6	6,9
9	218,8	22,9	24,4	16,6	5,8	10,8	7,0
10	231,9	31,3	31,0	21,0	10,0	11,0	—
11	231,0	30,0	30,8	20,8	10,0	10,8	—
12	229,0	29,7	30,5	21,0	9,5	11,5	—
13	230,0	29,9	29,1	20,2	8,9	11,3	—
14	229,5	30,4	29,9	21,2	8,7	12,5	—
15	229,6	27,7	25,9	18,3	7,6	10,7	—
16	230,8	27,6	26,5	18,3	8,2	10,1	—
17	230,2	28,5	27,6	19,4	8,2	11,2	—
18	228,0	26,4	26,1	18,7	7,4	11,3	—
19	231,9	31,4	32,3	22,4	9,9	12,5	—
20	233,2	31,5	31,5	21,4	10,1	11,3	—
21	233,0	31,8	31,5	21,5	10,0	11,5	—
22	220,0	22,7	22,3	17,1	5,2	11,9	—
23	233,1	29,9	30,2	19,5	10,7	8,8	—
			Frische Butter, vom Oktober und November 1910.				
24	222,0	23,5	21,4	16,0	5,4	10,6	—
25	238,0	31,2	31,9	20,2	11,7	8,5	—
26	235,8	30,5	30,7	19,7	11,0	8,7	—
27	234,5	31,2	31,2	20,4	10,8	9,6	—
28	234,0	30,4	29,7	19,5	10,2	9,3	—
29	222,8	24,8	23,4	17,0	6,4	10,6	—
30	222,0	24,1	23,0	16,7	6,3	10,4	—
31	224,3	26,8	25,3	18,0	7,3	10,7	—
32	219,0	22,4	20,7	15,5	5,2	10,3	—
33	217,3	21,6	19,9	14,8	5,1	9,7	—
34	217,2	21,1	19,4	14,5	4,9	9,6	—
			Alte Butterproben.				
35	225,0	27,7	25,7	19,3	6,4	12,9	—
36	218,7	23,0	23,3	17,5	5,8	11,7	—
37	215,8	22,6	20,3	15,2	5,1	10,1	—
38	216,0	22,3	22,3	16,6	5,7	10,9	—
39	219,5	22,5	23,8	17,8	6,0	11,8	—
40	246,3	35,0	34,2	20,3	13,9	6,4	—
41	244,3	31,6	33,0	20,0	13,0	7,0	—
42	250,0	34,5	38,1	23,0	15,1	7,9	—

Digitized by Google

Das zweite Verfahren (B), das im allgemeinen nach Fendler nur zur Bestätigung eines beim ersten Verfahren (A) erhaltenen positiven Ergebnisses heranzuziehen ist, gründet sich auf die Verschiedenheit der Siedepunkte der aus den Fettsäuren eines Fettes gewonnenen Äthylester. Die Siedepunkte dieser Fettsäureäthylester steigen mit der Anzahl ihrer Kohlenstoffatome.

Verfahren A.

Fendler bestimmt zunächst in 5 g Butterfett nach der in den „Vereinbarungen pp." Heft 1 S. 85 gegebenen Vorschrift die Reichert-Meißl-Zahl. Alsdann werden von dem mit 50 ccm Petroläther behandelten Destillationsrückstand 25 ccm, also die Hälfte der Petrolätherlösung in einem Stehkolben von etwa 200 ccm Inhalt mit 10 g neutralem, gepulvertem und getrocknetem Bimsstein versetzt, worauf die Masse durch Erwärmen und Ausblasen bis zur vollständigen Entfernung des Petroläthers ausgetrocknet wird. Der erkaltete Trockenrückstand wird mit 50 ccm Alkohol vom spez. Gewicht 0,9123 (bei 15°) 5 Minuten lang geschüttelt und darnach 1 Stunde lang unter häufigem Umschütteln in ein Wasserbad von 15° gestellt. Darauf wird die Lösung durch ein trocknes Filter filtriert. In 10 ccm des Filtrats wird nach Titration mit $^1/_{10}$ normaler Kalilauge die Menge der in Alkohol löslichen Säure bestimmt. Die verbrauchten Kubikzentimeter Lauge, mit 10 multipliziert, geben die Menge der in 5 g Butterfett vorhandenen, in dem wässerigen Alkohol löslichen Fettsäuren an. Fendler hat bei seinen Versuchen bei reinen Butterfetten Zahlen von 40 bis etwa 50 erhalten. Obgleich sich eine bestimmte Grenze nach oben, wie auch Fendler zugibt, erst bei ausreichenden Erfahrungen festsetzen lassen wird, glaubt er doch, daß eine Butter mit der Zahl 60 oder mehr bestimmt als gefälscht anzusehen ist.

Verfahren B.

Dies Verfahren ist, wie schon oben angedeutet, auf die verschiedenen Siedepunkte der Fettsäure-Äthylester gegründet, von denen die hier in Betracht kommenden Ester folgende Siedepunkte haben:

Buttersäure-Äthylester . . .	119,9°
Capronsäure- „ . . .	167,0°
Caprylsäure- „ . . .	208 °
Caprinsäure- „ . . .	245 °
Laurinsäure- „ . . .	269 °
Myristinsäure- „ . . .	295 °

Nach Fendler muß „bei der fraktionierten Destillation der aus einem Fette erhaltenen Äthylester die etwa zwischen 240 und 300° liegende Fraktion um so reichlicher ausfallen, je mehr Laurin- und Myristinsäureglyzeride, d. h. je mehr Kokosöl das Fett enthielt".

Zur Gewinnung der Äthylester werden 85 g geschmolzenes Butterfett verwendet. Eine Wiederholung der Angaben Fendlers über die partielle Verseifung des Fettes, die fraktionierte Destillation der Fettsäureäthylester und die Einzelheiten der Ausführung der Destillation dürfte sich hier erübrigen; ich verweise daher auf die Fendlersche Originalarbeit.

Digitized by Google

Die bei der fraktionierten Destillation der Fettsäureäthylester einer Butter erhaltene Anzahl Kubikzentimeter, die innerhalb eines gewissen Zeitraums bei der Temperatur von 190 bis 300° bei genau regulierter Flamme übergehen, bezeichnet Fendler als „Destillatzahl".

Bei 66 reinen Butterproben, die von Fendler nach seinem Verfahren untersucht wurden, schwankte die Destillatzahl zwischen 2,5 und 6,1. Durch den Zusatz von Kokosfett wird nach Fendler die Destillatzahl folgendermaßen erhöht:

Gehalt an Kokosfett	10 —	15 —	20 —	25 —	30%
Mittlere Erhöhung der Destillatzahl	3,4 —	5,2 —	7,7 —	10,2 —	12,1

Hat das Verfahren A eine höhere „Löslichkeitszahl" der nichtflüchtigen Fettsäuren als 60 ergeben und nähert die „Destillatzahl" (Verfahren B) sich der Zahl 6,0 oder übersteigt diese, so glaubt Fendler eine Verfälschung der Butter mit Kokosfett annehmen zu können.

Tabelle C. Versuchsergebnisse nach den Fendlerschen Verfahren A und B.

1	2	3	4	5
Lfde. Nummer der Butterproben	Reichert-Meißl-Zahl	Verfahren A: Anzahl verbrauchter ccm 1/10 norm. Kalilauge zur Sättigung der in 60 vol. % Alkohol gelösten aus 5 g Fett gewonnenen Fettsäuren		Verf. B: Anzahl d. zwischen 190 und 300° erhaltenen ccm Äthylester-Destillat
		Reine Butter	Butter + 10% Kokosfett	
Frische Butter von den Monaten April und Mai 1910				
1	30,1	48,0	70,0	Mit diesen Butterproben ist das Verfahren B nicht ausgeführt worden.
2	30,9	48,2	68,5	
3	31,0	46,9	68,8	
4	22,7	30,6	47,0	
5	23,4	29,8	47,2	
6	22,6	28,7	46,0	
7	25,4	31,6	49,2	
8	22,8	33,5	54,0	
9	22,9	34,0	55,9	
10	31,3	55,7—56,5	—	
11	30,0	57,4—58,0	—	
12	29,7	53,4—54,2	—	
13	29,9	52,6	—	
14	30,4	51,7	—	
15	27,7	64,1—64,6	—	
16	27,6	62,1—63,0	—	
17	28,5	64,0—64,5	—	
18	26,4	50,7—51,0	—	
19	31,4	50,0	—	
20	31,5	55,5—56,0	—	
21	31,8	55,0—55,3	—	
22	22,7	35,4	—	
23	29,9	66,4—66,7	87,3	
Frische Butter von den Monaten Oktober und November 1910				
24	23,5	34,0—35,0	—	3,2— 3,4
25	31,2	80,0—81,0	—	10,6—11,0
26	30,5	79,0—80,0	—	9,5— 9,6
27	31,2	73,0—74,0	—	9,0
28	30,4	74,0—76,0	—	9,0— 9,2
29	24,8	42,0—43,0	—	4,2— 4,5
30	24,1	39,0—40,0	—	3,8— 4,0
31	26,8	43,0—43,5	—	5,5— 5,8
32	22,4	35,0—35,3	—	3,4
33	21,6	35,0—35,5	—	3,5
34	21,1	33,0—34,0	—	2,8— 2,9
Alte Butterproben				
35	27,7	43,4	—	—
36	23,0	37,0	60,1	—
37	22,6	36,0	58,6	—
38	22,3	36,5	58,3	—
39	22,5	35,8	59,0	—
40	35,0	70,6	—	—
41	31,6	71,4	—	—
42	34,5	75,7	—	—

Digitized by Google

Bei genauer Ausführung der Fendlerschen Vorschriften habe ich nun nach den beiden Fendlerschen Verfahren A und B die in vorstehender Tabelle C verzeichneten Ergebnisse erhalten.

Bei der Destillation der Ester nach Verfahren B wurde ein Messingdrahtnetz mit 36 Maschen auf 1 qcm verwendet.

Nach den Angaben von Fendler sollen sich, wie schon oben erwähnt, bei reiner Butter nach dem Verfahren A (Spalte 3 in vorstehender Tabelle) die Zahlenwerte zwischen 40—60 bewegen, bei Zahlenwerten über 60 soll die Butter als mit Kokosfett verfälscht angesehen werden.

Aus Tabelle C geht hervor, daß bei den vorliegenden frischen Butterproben Grenzzahlen von 28,7—81 (vergl. Vers. Nr. 6 und 25) erhalten wurden. Hieraus, wie auch aus den Zahlen der Spalte 4 ergibt sich, daß nach dem Fendlerschen Verfahren ein Zusatz von 10% Kokosfett zur Butter nicht immer nachweisbar ist und anderseits unzweifelhaft reine Butter unter Umständen eines solchen Zusatzes verdächtig erscheinen würde. Es ist zwar nicht durch Versuche festgestellt worden, aber an der Hand der erhaltenen Zahlen zu berechnen, daß auf Grund der von mir gefundenen Grenzzahlen bis zur Höhe von 81 selbst Zusätze von 15—20% Kokosfett in einigen Buttersorten mit niedrigen Reichert-Meißl-Zahlen nicht nachgewiesen werden könnten.

Auch das Verfahren B gab bei der Nachprüfung der Herbstbutter von den beiden bekannten Molkereien Brehna b. Halle und Magdeburg (Nr. 25 bis 28) weit größere Mengen an Ester-Destillat als 6.1 ccm, wie sie Fendler für reine Butter als oberste Grenze angibt. Den bei diesen 4 Proben reiner Butter erhaltenen Ester-Destillaten von 9—11 ccm zufolge müßten diese Butterproben mit 15—20% Kokosfett gefälscht sein.

Aus diesen Versuchen geht somit hervor, daß die beiden Fendlerschen Verfahren, ebenso wie das Ewerssche Verfahren als ein sicherer Nachweis von Kokosfett in Butter nicht angesehen werden können.

V. Untersuchungsergebnisse nach Polenskes Verfahren.

Nach meinem (a. a. O.) genau vorgeschriebenen Destillationsverfahren werden die Reichert-Meißl-Zahl und die bei ihrer Bestimmung übergehenden, in Wasser unlöslichen flüchtigen Fettsäuren der Butter ermittelt. Bei reiner Butter stehen diese beiden flüchtigen Fettsäuregruppen insofern in Beziehung zueinander, als niedrigen Reichert-Meißl-Zahlen geringere und höheren Reichert-Meißl-Zahlen größere Mengen ungelöster flüchtiger Fettsäuren entsprechen.

Durch den Zusatz von Kokosfett wird die Reichert-Meißl-Zahl der Butter erniedrigt, die Menge der ungelösten, flüchtigen Säure (neue Butterzahl — n. B.Z. oder Polenske-Zahl — P.Z.) aber so bedeutend erhöht, daß schon 10% Kokosfett in Butter nachgewiesen werden können.

Wegen der für reine Butter als höchstzulässig anzusehenden neuen Butter-Zahlen verweise ich auf die in meiner Arbeit gegebene Tabelle B (a. a. O. S. 553).

Im Anschluß an die wenig befriedigenden Ergebnisse der Nachprüfung der Verfahren von Ewers und Fendler lasse ich nunmehr in der folgenden Tabelle D

(S. 413) die nach meinem Verfahren gefundenen Ergebnisse folgen, die bei den gleichen 39 Proben[1]) reiner Butter und den mit 10% Kokosfett versetzten Proben erhalten wurden.

Die Ergebnisse bei den Butterproben Nr. 35—39 sind früheren Untersuchungen entnommen, als die Butter noch frisch war.

Die + Werte in Spalte 6 der nachstehenden Tabelle D zeigen, daß in den Butterproben Nr. 1—39 der Zusatz von 10% Kokosfett zweifellos nachgewiesen worden ist.

Von Ewers und Fendler ist mein Verfahren zwar erwähnt, aber angeblich nicht nachgeprüft worden. Anderseits jedoch liegen seit der Veröffentlichung meiner Abhandlung aus den verflossenen 7 Jahren so zahlreiche Nachprüfungen und Kritiken darüber vor, daß zurzeit wohl ein objektives Urteil über den Wert des Verfahrens abgegeben werden kann.

Darnach kann als festgestellt gelten, daß sich bei dem Verfahren zwar vereinzelte Mängel herausgestellt haben, daß es sich sonst aber als durchaus brauchbar erwiesen hat und allgemeine Anwendung findet. Hinsichtlich der Ausführung des Verfahrens hat W. Arnold[2]) in anerkennenswerter Weise statt des anfangs von mir benutzten Drahtnetzes einen mit einem kreisrunden Ausschnitt von 6,5 ccm Durchmesser versehenen Asbestteller und die Erhitzung des Destillationskolbens mit direkter Flamme eingeführt. Ferner ist durch den Vorschlag von Fritzsche[3]) die Menge und der Feinheitsgrad des zu verwendenden Bimssteinpulvers genauer geregelt worden, wodurch eine gleichmäßigere Destillation erzielt wird. Anderseits ist bezüglich der nach meinem Verfahren erhaltenen Ergebnisse darauf hingewiesen worden, daß die in Spalte 2 meiner Tabelle B (a. a. O. S. 553) aufgestellten, mit den Reichert-Meißl-Zahlen korrespondierenden Polenske-Zahlen manchmal zwar unter- und überschritten werden; auf Grund meiner weiteren Versuche kommt diesen geringen Abweichungen eine den Wert des Verfahrens beeinträchtigende Bedeutung indessen nicht zu. Dies um so weniger, als die Zahlen der Spalte 3 in genannter Tabelle B die maßgebenden sind und bei reiner Butter höchstens erreicht und bei mit Kokosfett gefälschter Butter überschritten werden. Die von den Zahlen der Spalte 3 in dieser Tabelle B ganz vereinzelt beobachteten abweichenden Ergebnisse sind fast ausschließlich auf solche Butter zurückzuführen, die von Kühen während einer abnormen Fütterungsperiode mit Kokoskuchen und besonders mit Zuckerrüben-Abfällen herstammte, wie dies z. B. bei den Butterproben Nr. 40—42 in vorliegenden Tabellen der Fall war.

Daß eine mäßige, landesübliche Rübenfütterung der Kühe keinen erheblich nachteiligen Einfluß auf die Polenske-Zahlen, wohl aber einen solchen auf die Ewerssche „Differenz“[4]) und auf die von Fendler aufgestellten Grenzzahlen ausüben könnte, zeigen die Butterproben der Magdeburger Molkerei (vergl. Nr. 27 und 28 der Tabellen B,

[1]) Bei den Proben Nr. 40, 41 und 42, die nach der Fütterung von Kühen mit abnormen Mengen von Zuckerrüben-Abfällen erhalten wurden, ist der Nachweis von Kokosfett auch nach meinem Verfahren nicht möglich.

[2]) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- und Genußmittel 1907, 14, S. 150.

[3]) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- und Genußmittel 1908, 15, S. 195.

[4]) Vergl. Amberger a. a. O.

Digitized by Google

Tabelle D. Versuchsergebnisse nach dem Verfahren von Polenske.

1	2	3	4	5	6
Laufende Nummer der Butterprobe	Reine Butter		Butter + 10% Kokosnußfett		Die höchstzulässige Zahl für reine Butter ist bei den m. Kokosfett verfälschten Butterproben überschritten etwa um:
	Reichert-Meißl-Zahl	Polenske-Zahl	Reichert-Meißl-Zahl	Polenske-Zahl	
			Frische Butter von den Monaten April und Mai 1910		
1	30,0	2,5	27,8	3,4	+ 0,7
2	30,9	2,7	28,5	3,8	+ 0,9
3	31,0	3,1	28,9	4,1	+ 0,6
4	22,7	1,1	21,2	2,2	+ 0,3
5	23,4	1,2	21,9	2,3	+ 0,3
6	22,6	1,0	21,2	2,2	+ 0,3
7	25,4	1,3	23,7	2,7	+ 0,5
8	22,8	1,5	21,7	2,6	+ 0,6
9	22,9	1,6	21,7	2,6	+ 0,6
10	31,3	3,1	29,5	4,2	+ 0,7
11	30,0	2,8	28,2	3,6	+ 0,6
12	29,7	2,4	27,9	3,6	+ 0,9
13	29,9	2,5	28,1	3,6	+ 0,6
14	30,4	2,8	28,7	4,0	+ 1,0
15	27,7	2,5	26,2	3,2	+ 0,7
16	27,6	2,4	26,2	3,2	+ 0,7
17	28,5	2,7	26,8	3,5	+ 1,0
18	26,4	1,9	24,6	3,0	+ 0,7
19	31,4	2,9	29,5	4,2	+ 0,7
20	31,5	3,4	29,7	4,2	+ 0,7
21	31,8	3,4	29,8	4,2	+ 0,7
22	22,7	1,5	21,1	2,5	+ 0,5
23	29,9	3,3	27,3	4,4	+ 1,6
			Frische Butter von den Monaten Oktober und November 1910		
24	23,5	1,6	22,3	2,6	+ 0,5
25	31,2	4,0	29,6	5,5	+ 2,0
26	30,5	3,8	28,8	5,0	+ 1,5
27	31,2	3,8	29,4	5,1	+ 1,6
28	30,4	3,6	27,8	4,4	+ 1,7
29	24,8	1,8	23,5	3,2	+ 1,0
30	24,1	1,7	22,4	3,0	+ 0,9
31	26,8	2,0	24.7	3,2	+ 0,9
32	22,4	1,5	21,2	3,0	+ 1,0
33	21,6	1,3	20,6	2,8	+ 0,9
34	21,1	1,2	19,9	2,7	+ 0,9
			Alte Butterproben		
35	27,7	2,0	26,0	3,0	+ 0,6
36	23,0	1,5	21,9	2,5	+ 0,5
37	22,6	1,4	21,6	2,4	+ 0,4
38	22,3	1,3	21,0	2,4	+ 0,5
39	22,5	1,5	21,4	2,3	+ 0,3
40	35,0	5,4	—	—	—
41	31,6	5,1	—	—	—
42	34,5	5,2	—	—	—

C und D). Denn nach einer mir vom 31. Oktober 1910 vorliegenden Mitteilung des Herrn Dr. Fritzsche-Cleve hatte das Futter der Kühe, von denen diese Butter herstammte, folgende Zusammensetzung:

25	Pfund	Rübenblätter
40	„	Rübenschnitzel
5	„	Heu
5	„	Kraftfutter (Kleie, Erdnuß- und Baumwollsamenmehl).

VI. Über den Nachweis von Kokosfett im Schweineschmalz.

Hinsichtlich des leicht zu erbringenden Nachweises dieser Fälschung kann ich mich kurz auf den Hinweis auf die in meiner früheren Arbeit „Eine neue Methode zur Bestimmung des Kokosnußfettes in der Butter“[1]) gemachten Angaben, besonders auf die dort aufgestellte Tabelle E beschränken, aus der hervorgeht, daß die Reichert-Meißl Zahl des reinen Schweineschmalzes von etwa 0,4 und dessen Polenske-Zahl von etwa 0,6 schon durch einen Zusatz von 10% Kokosfett zum Schweineschmalz auf 2,0 bezw. 1,9 erhöht werden. Zahlen von dieser Höhe sind in reinem Schweineschmalz bisher niemals beobachtet worden.

Auf Grund vorstehender Erörterungen komme ich zu dem ganz objektiven Ergebnis, daß mein Verfahren zum Nachweis von Kokosfett in Butter und Schweineschmalz sicherere Ergebnisse liefert, als die Verfahren von Ewers und Fendler und daß ihm ein nicht unwesentlicher Anteil an dem seit seiner Veröffentlichung beobachteten Rückgange der Butterfälschungen mit Palmfetten nicht abzusprechen sein dürfte.

Berlin, Chemisches Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes Februar 1911.

---

[1]) Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte 1904, Bd. XX, 3, S. 556.

Ende des 3. Heftes.
Abgeschlossen am 9. November 1911.

Über Bau und Vermehrung von Babesia canis im Blute des Hundes.

Von

Professor **Dr. A. Schuberg**, Regierungsrat und **Dr. E. Reichenow**, wissenschaftlichem Hilfsarbeiter

im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Mit 1 Tafel (Tafel II) und 3 Textfiguren.

Einleitung.

Abgesehen von der bedeutenden Rolle, die die Piroplasmen in wirtschaftlicher Hinsicht als Krankeitserreger spielen, sind sie auch vom wissenschaftlichen Standpunkte aus von großem Interesse wegen der Stellung, die ihnen bei dem Versuch zur Aufstellung eines natürlichen Systems der Blutparasiten von manchen Seiten angewiesen worden ist.

Schaudinn (1904), der durch seine Untersuchungen an dem Halteridium und dem Leukozytozoon des Steinkauzes (Athene noctua) zu einer ganz neuen Auffassung von der Stammesgeschichte der Blutprotozoen gelangt war, vermutete auf Grund von Präparaten Webers, daß ähnlich wie bei Halteridium auch bei Babesia ein Trypanosomenstadium in die Entwicklung eingeschaltet sei. Ferner glaubte er auch bei Babesia canis ein dem Blepharoplasten der Trypanosomen entsprechendes Gebilde neben dem Kerne nachgewiesen zu haben. Der Auffassung Schaudinns schloß sich Lühe (1906) bei seiner Bearbeitung der Blutprotozoen in Menses Handbuch der Tropenkrankheiten an und stellte die Babesien als vermittelnde Formen zwischen die Trypanosomen und die intrazellulären Blutschmarotzer. Im weiteren Ausbau dieses Gedankenganges gelangte Hartmann (1907, 1910) zur Aufstellung seiner Flagellatenordnung der Binucleaten, zu der er auch die Malariaparasiten rechnete. Auch hier spielen die Babesien als angenommene Übergangsformen eine große Rolle.

Anderseits hat die ältere, gleichfalls von Schaudinn (1899) stammende Auffassung, daß die Plasmodien auf die Coccidien zurückzuführen sind, in neuester Zeit eine wesentliche Stütze erfahren durch die Erkenntnis, daß die umfangreichste Gruppe der Blutprotozoen — die Hämogregarinen — tatsächlich nichts anderes als in Blutkörperchen schmarotzende Coccidien darstellt (vgl. Reichenow 1910, Hartmann und Chagas 1910, Robertson 1910). Es erscheint daher eine Prüfung angebracht, inwieweit bei solchen als Übergangsformen angenommenen Parasiten, wie den Babesien, die Annahme einer Trypanosomenverwandtschaft durch ihre Morphologie und durch

das, was über ihre Entwicklung bekannt ist, gerechtfertigt wird. Die Voraussetzung einer solchen Verwandtschaft hat zur Beschreibung einer großen Mannigfaltigkeit von Formen geführt, die alle als Flagellatenstadien der Babesien angesprochen werden, und diese vielen Stadien sind ein sprechendes Beispiel für die Gefahr, die darin liegt, wenn man mit einer vorgefaßten Meinung an eine Untersuchung herantritt.

Das Auftreten von Flagellatenformen, sowie die Kernverhältnisse der Babesien bildeten somit den Hauptgegenstand unseres Interesses.

Zur Förderung einer weiteren für die Kenntnis der Babesien wichtigen Frage, nämlich der nach den im Überträger auftretenden Entwicklungsformen, haben wir bisher nichts beitragen können, da eine Untersuchung nach dieser Richtung nur an einem Orte erfolgreich durchgeführt werden kann, an dem die in Betracht kommenden Zeckenarten heimisch sind.

Wir haben in der vorliegenden Arbeit die außerordentlich umfangreiche Literatur über Babesien nur soweit erwähnt, als es der von uns behandelte Gegenstand erforderte; ein sehr eingehendes Schriftenverzeichnis findet sich bei Christophers (1907).

An einem Teil der Untersuchungen über Babesia canis hat auch Herr Dr. Grosse-Allermann, der vorübergehend im Kaiserlichen Gesundheitsamte tätig war, mitgewirkt. Seine Beteiligung erstreckt sich hauptsächlich auf die Frage der Flagellatenformen und des Einflusses der Staupe auf die Virulenz der Babesien, während insbesondere die Untersuchungen über den Teilungsvorgang und die damit zusammenhängenden Kernveränderungen nach seinem Scheiden aus dem Amte ausgeführt wurden.

Technik.

Um bei der Untersuchung der Kernverhältnisse zu einwandfreien Ergebnissen zu gelangen, war es natürlich notwendig, mit der rohen Methode der Herstellung von Trockenausstrichen zu brechen, mit der sich fast alle bisherigen Untersucher begnügt haben.

Unmittelbar nach Herstellung des Ausstriches wurde der Objektträger auf ein bis zum Rande mit Sublimat-Alkohol (nach Schaudinn) gefülltes Uhrschälchen gedeckt. Die Fixierungsflüssigkeit wurde teils kalt, teils erwärmt angewandt; doch war ein Unterschied in der Wirkung nicht festzustellen. Nach Auswaschen in Jodalkohol und Überführung in 70% Alkohol und Wasser wurde mit Giemsas Farbstoff gefärbt. Die Weiterbehandlung geschah nach der von Schuberg bereits mehrfach (1909, 1910) veröffentlichten Modifikation der Giemsafärbung durch Entwässerung in Azeton und Übertragung in Xylol, worauf der Einschluß in Kanadabalsam erfolgte.

Diese in ganz ähnlicher Weise auch von Giemsa selbst (1909) unabhängig von Schuberg angegebene Modifikation ist der Trockenmethode so außerordentlich überlegen, daß es sehr zu wünschen wäre, sie würde allgemein angewandt, damit die schon so riesengroße Zahl mangelhafter Abbildungen von Blutprotozoen nicht immer weiter vermehrt wird.

Natürlich darf man sich auch auf diese Methode nicht allein verlassen, da häufig Einzelheiten infolge der starken Überfärbung, die sich auch durch die Differenzierung mit Azeton nicht völlig ausgleichen läßt, übertrieben und schematisiert erscheinen.

Von den zur Kontrolle angewandten Hämatoxylinfärbungen (Heidenhain, Weigert, Delafield) gab die Färbung mit Delafields Hämatoxylin die besten Ergebnisse. Der Farbstoff wirkte auf $^1/_{10}$ verdünnt einen oder zwei Tage lang ein, und hierauf wurde mit einem Gemisch von salzsaurem Alkohol und Glyzerin differenziert.

Zur Färbung frischen, parasitenhaltigen Blutes unter dem Deckglase, sog. „Vitalfärbung", wurde eine Lösung von etwas Methylenblau in physiol. Kochsalzlösung verwandt, indem ein Tropfen der Lösung mit einem Tropfen Blut gemischt wurde. Die Parasiten färben sich immer erst nach längerer Zeit, wenn sie abzusterben beginnen. Man kann also von einer „Vitalfärbung" nicht gut sprechen und darf auf die Färbungsbilder keinen großen Wert legen. Sehr brauchbar aber ist die Methode, um sich schnell ein Bild von der Stärke der Infektion zu geben, da sich die Parasiten sehr lebhaft blau färben.

Organstücke infizierter Hunde wurden gleichfalls mit Schaudinns Gemisch (mit ein paar Tropfen Eisessig) fixiert. Auch die Färbung der Parasiten in den Paraffinschnitten gelang am besten nach den beiden oben angegebenen Methoden.

Zur Beobachtung der Bewegungen der lebenden Parasiten wurde das Mikroskop in einem heizbaren Schrank bei etwa 38° C untergebracht.

Die Beeinflussung der Virulenz durch das Alter des Stammes und durch Staupe des Hundes.

Der zu unseren Untersuchungen verwandte Babesiastamm zeigte sich im Anfange ziemlich stark virulent, so daß bei fortgesetzter Weiterimpfung auf junge Hunde die Erkrankung meist einen akuten Verlauf nahm und die Tiere am 3. oder 4. Tage nach der Infektion eingingen. Die Untersuchungen mußten aus äußeren Gründen mehrfach für längere Zeit unterbrochen werden, und es gelang in der Folgezeit immer schwerer, den Stamm von gesalzenen Hunden wieder zu einiger Virulenz zu bringen. Die Hunde zeigten schließlich außer vorübergehenden Temperatursteigerung am 3. oder 4. Tage kaum noch irgend eine Reaktion, und der Parasitenbefund blieb äußerst spärlich. Auch ein im Institut für Infektionskrankheiten fortgezüchteter Stamm, der uns von Herrn Professor Schilling freundlichst zur Verfügung gestellt wurde und der sehr wahrscheinlich ursprünglich der gleiche, wie der von uns vorher benutzte, war, zeigte gleichfalls eine sehr geringe Virulenz. Unter dieser geringen Virulenz hatte auch Bumann (1910) bei seinen kürzlich veröffentlichten therapeutischen Versuchen zu leiden. Er versuchte vergeblich, die Virulenz durch Passage durch sehr junge Hunde zu steigern.

Die allmähliche Virulenzabnahme eines alten Babesiastammes steht in auffallendem Gegensatz zu den Erfahrungen, die man bei den verschiedenen Säugetiertrypanosomen in dieser Beziehung gemacht hat. Sie beweist, daß die Babesien die Ausschaltung des bei der natürlichen Übertragung notwendigen zweiten Wirtes auf die Dauer nicht in der gleichen Weise vertragen, wie die Trypanosomen. Mit dieser Tatsache steht auch die Beobachtung Christophers (1907) im Einklang, daß durch Zecken infizierte Hunde viel schwerer erkrankten als mit parasitenhaltigem Blute geimpfte. Bei all-

Digitized by Google

einiger Berücksichtigung der Parasitenzahl, die in beiden Fällen den Hunden einverleibt wird, müßte man gerade das Gegenteil erwarten.

Ein weiterer Punkt, der die Virulenz der Babesien erheblich beeinflußt, sei an dieser Stelle gleichfalls erwähnt. In seiner oben erwähnten Arbeit gibt Bumann an, daß er, um die Virulenz des Babesienstammes zu steigern, den Stamm auch durch staupekranke Hunde geschickt habe. Das Ergebnis war jedoch ein entgegengesetztes: die Virulenz nahm ab. Die gleichen Befunde haben auch wir erheben können.

Unsere Beobachtungen nach dieser Richtung erstreckten sich auf fünf Hunde. Ein mit Piroplasmose geimpfter Hund (Nr. 25) ging unvermutet drei Tage nach der Impfung an Staupe ein. Die Piroplasmose hatte sich nur schwach entwickelt. Mit Herz- und Nierenblut dieses Hundes wurde ein neuer (Nr. 26), gesund aussehender Hund infiziert. Dieser starb nach acht Tagen an Staupe, die anscheinend bei der Impfung von Hund 25 auf ihn übertragen worden war. Erscheinungen von Piroplasmose oder Babesien im Blute konnten überhaupt nicht nachgewiesen werden. Die Hunde 28 und 29 waren bereits an Staupe erkrankt, als sie mit Babesia-haltigem Blut nicht staupekranker Hunde geimpft wurden. Hund 28 ging nach vier, Hund 29 nach drei Tagen ein, ohne Erscheinungen von Piroplasmose gezeigt zu haben. Bei einer späteren Versuchsreihe wurde noch ein fünfter Staupehund mit Babesien infiziert (Nr. 45). Dieser Hund, dessen Temperatur fast dauernd zwischen 40 und 41° schwankte, zeigte zwar am 4. Tage eine leichte Erhöhung der Fieberkurve bis auf 41,4°, doch ließen sich keine Parasiten im Blute feststellen. Es gelang jedoch, mit dem Blute dieses Hundes eine Infektion bei einem anderen hervorzurufen.

Die obigen Befunde stellen fest, daß eine Abnahme der Virulenz des Babesiastammes nicht erst bei einer Passage durch mehrere staupekranke Hunde erfolgt, sondern daß in jedem Einzelfalle eine vorhandene Staupe die Piroplasmose nicht zur Entfaltung kommen läßt.

Im Anschluß hieran ist der Befund von Ph. und E. Kuhn (1911) hervorzuheben, daß Hunde, die nach überstandener Staupe mit Pferdesterbe geimpft werden, in der großen Mehrzahl der Fälle am Leben bleiben, während sonst der größte Teil der mit Pferdesterbe infizierten Hunde eingeht (Zahlenangaben s. a. a. O.).

Verteilung der Parasiten im Blute. Phagozytose.

Der geringe Parasitenbefund bei den letzten von uns in Versuch genommenen Hunden hatte den einen Vorzug, daß er besonders deutlich zum Ausdruck brachte, in welcher Weise die Parasiten im Blute des Wirtstieres verteilt sind. Es ist in der Literatur mehrfach, insbesondere von Kinoshita (1907) erwähnt, daß Babesia canis sich besonders zahlreich in den Kapillaren sowohl der Haut, als der inneren Organe findet. Kinoshita fand die Infektion am stärksten in Niere, Leber und Milz. Auch wir haben besonders in der Niere große Parasitenmassen beobachtet (vergl. Textfig. I), desgleichen auch in den Kapillaren der Lunge.

Sehr auffallend ist der große Parasitenreichtum in den peripheren Kapillaren im Verhältnis zu der Zahl in den größeren Gefäßen. Macht man während des ersten Fieberanfalles eines geimpften Hundes einen kleinen Einschnitt ins Ohr, so kann der

Digitized by Google

erste hervorquellende Tropfen große Massen von Parasiten enthalten, so daß man in jedem Gesichtsfelde mehrere bemerkt, während man schon im zweiten Tropfen nur nach langem Suchen vereinzelte Babesien nachweisen kann.

In dem frischen Präparat von einem solchen ersten Tropfen beobachtet man vielfach, daß die Blutkörperchen zu pfropfartigen Gebilden zusammengeballt sind. Diese Zusammenklumpungen stellen ohne Zweifel eine Art „Ausguß" von Blutkapillaren dar, die durch die Anhäufung von Blutkörperchen verstopft worden sind. An den

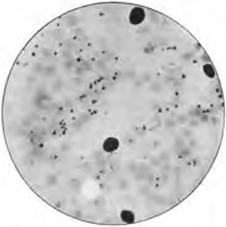


Fig. I. Ausstrich aus der Niere. Starke Infektion.

Klumpen fällt besonders auf, daß ein großer, oft der größte Teil der zusammenhängenden Blutkörperchen mit Babesien infiziert ist. Sehr deutlich kommt die Tatsache bei Methylenblauzusatz zur Anschauung (vergl. S. 417). Aus diesem Befunde geht hervor, daß bei Piroplasmose-kranken Hunden die Blutkörperchen dazu neigen, aneinander haften zu bleiben. Bei der auf solche Weise in den Kapillaren erzielten Verstopfung ist es nicht verwunderlich, daß infolge der weiteren Vermehrung der festgehaltenen Parasiten bald die Mehrzahl der diesen Pfropf bildenden Blutkörperchen infiziert erscheint.

Um bei dieser Verteilung der Parasiten trotz der schwachen Allgemeininfektion eine größere Zahl brauchbarer Präparate zu erhalten, machten wir Einschnitte an verschiedenen Stellen des Ohres und entnahmen jedesmal den ersten Tropfen. Dies Verfahren führte sehr häufig nicht zu dem gewünschten Ziele, da durch das Befassen und Pressen des Ohres eine erhöhte Blutzufuhr bewirkt wurde, die jedenfalls die Ballen von Blutkörperchen aus den Kapillaren herausschwemmte.

Neuerdings hat auch Nattan-Larrier (1911) die Erscheinung der „Autoagglutination" der roten Blutkörperchen, die auch bei anderen Protozoenkrankheiten

Digitized by Google

bekannt ist, bei Hundepiroplasmose beobachtet. Bemerkenswert aus seinen systematisch auf diese Frage gerichteten Versuchen ist, daß die Autoagglutination schon beginnt, bevor die Piroplasmen selbst im Blut aufgefunden werden. Von 10 untersuchten Fällen wurde die Erscheinung in fünf Fällen 24 Stunden, in einem 48 Stunden vor dem Auftreten der Parasiten im Blute beobachtet. Hierüber stehen uns eigene Erfahrungen nicht zu Gebote, da wir auf den Beginn der Erscheinung nicht besonders geachtet haben. Bemerkt muß jedoch werden, daß das Blut aus verschiedenen Teilen des Körpers sich verschieden zu verhalten scheint. In einem Falle wenigstens, in welchem die Autoagglutination der roten Blutkörperchen in dem aus dem Ohre entnommenen Präparate besonders deutlich war, war sie in dem Herzblute des bald darauf getöteten Tieres gar nicht wahrzunehmen.

Eine Erscheinung, auf die in der Literatur der Piroplasmose sehr wenig hingewiesen worden ist, ist die Phagozytose. Mehrere Forscher geben an, daß mit fortschreitender Infektion eine starke Vermehrung der Leukozyten einhergeht. Christophers (1907) stellt fest, daß es sich im wesentlichen um eine starke Steigerung der Zahl der großen Mononukleären handelt, ein Befund, den auch wir erheben konnten. Diese Mononukleären gelten als die Leukozyten, die größere Zellen und Zelltrümmer ihrem Körper einverleiben, während den Leukozyten mit polymorphem Kerne (sog. „polynukleäre" Leukozyten) die Aufnahme von Bakterien zufällt.

Christophers erwähnt ganz kurz, daß er Leukozyten beobachtet hat, die mehr oder weniger veränderte Parasiten enthielten, geht jedoch nicht näher auf eine Beschreibung dieser Befunde ein. Was aber bei der Phagozytose im Hundeblut das Bemerkenswerteste ist, ist der Umstand, daß die Mononukleären nicht nur freie Parasiten, sondern die ganzen infizierten Blutkörperchen in sich aufnehmen (Textfig. II). Nuttall und Graham Smith (1905/1906) führen dies als gelegentlichen Befund an und geben davon auch einige Abbildungen.

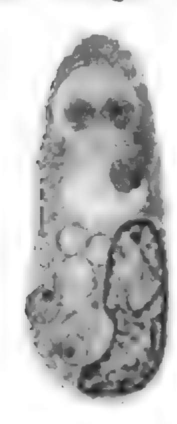


Fig. II. Aufnahme infizierter Erythrozyten in einen mononukleären Leukozyten.

Ganz kürzlich, erst nach Abschluß unserer Arbeit, berichteten Levaditi und Nattan-Larrier (1911), daß sie bei Piroplasmose-kranken Hunden, die mit Arsenobenzol behandelt wurden, von der dritten Stunde an nach Einverleibung des Mittels, in allen Präparaten zahlreiche Macrophagen gefunden hätten, die Parasiten aufgenommen hatten. In der Diskussion zu ihrem Vortrag erwähnten Laveran und Mesnil, daß sie die gleichen Erscheinungen von Phagozytose auch ohne Einwirkung eines Heilmittels beobachtet hätten, sobald die Parasiten aus dem Blute zu verschwinden begannen. Laveran führt dabei an, daß nicht nur Parasiten, sondern auch mit Parasiten besetzte Blutkörperchen von den Phagozyten aufgenommen würden.

In den von uns beobachteten Fällen fand die Aufnahme von Blutkörperchen in so großem Maßstabe statt, daß man daneben die viel selteneren freien Parasiten im Plasma der Phagozyten kaum feststellen konnte.

Um die Bilder der Phagozytose in größerer Anzahl zu Gesicht zu bekommen, muß man den Rand des Präparates, an dem die Kante des Deckglases bei der Her-

Digitized by Google

stellung des Ausstriches abgehoben worden ist, durchmustern. Man kann dort zahlreiche Leukozyten beobachten, die bis zu fünf und sechs noch kaum veränderte Erythrozyten mit den Parasiten darin enthalten, während sich in anderen Leukozyten alle Stufen der Verdauung solcher Blutkörperchen vorfinden.

Dieses radikale Vorgehen der Phagozyten im Kampfe gegen die intraglobulären Parasiten ist vielleicht auf die Piroplasmose beschränkt, sicher ist es nicht von allgemeiner Gültigkeit. So konnte einer von uns (Reichenow 1910) bei der Hämogregarineninfektion von Schildkröten feststellen, daß die Leukozyten nur die freien Stadien der Parasiten angreifen. Niemals war hier die Aufnahme infizierter Blutkörperchen zu beobachten.

Die morphologischen Veränderungen von Babesia canis bei Wachstum und Teilung[1].

Das Heranwachsen der Parasiten im Blutkörperchen, der Teilungsvorgang und die Infektion neuer Blutkörperchen sind von Nuttall und Graham-Smith (1905, 1906, 1907) durch sehr eingehende Beobachtungen des lebenden Objektes bei Körpertemperatur festgestellt worden. Wir können die Angaben dieser Forscher, soweit sie sich auf ihre Beobachtungen am lebenden Objekt beziehen, im wesentlichen bestätigen. Alle anderen Untersucher, die sich auf die Aneinanderreihung von Stadien konservierten Materials beschränkt haben, sind mehr oder weniger Irrtümern unterworfen gewesen.

Nach Nuttall und Graham-Smith geschieht die Infektion der Blutkörper durch birnförmige Parasiten, die mit dem stumpfen Ende voran eindringen, während das spitze Ende heftige Bewegungen ausführt. Der Vorgang ist also der gleiche, wie er von den Merozoiten der Malariaparasiten und der Coccidien bekannt ist (Schaudinn 1900, 1903). Der eingedrungene Parasit nimmt eine ovale Gestalt an und bildet eine deutliche, große „Vakuole“ aus. Er wächst etwas heran und geht dann in ein amöboides Stadium über, in welchem er sehr lebhafte Bewegungen ausführt. Dieser Teil der Entwicklung der Babesia stimmt fast völlig mit den Vorgängen beim Heranwachsen des Tertiana-Schizonten, wie sie Schaudinn (1903) beschrieben hat, überein, nur daß beim Tertiana-Parasiten schon der junge Schizont schwache amöboide Bewegungen ausführt (vergl. die Übereinstimmung von Schaudinns Fig. 47—50 mit unseren Fig. 4 u. 5).

Die amöboide Form von Babesia teilt sich in einer äußerst charakteristischen Weise. Es werden alle Pseudopodien eingezogen, so daß ein unregelmäßig abgerundetes Gebilde entsteht, hierauf bilden sich ziemlich dicht nebeneinander zwei knospenartige Höcker, die nach und nach an Größe zunehmen (Fig. 16—17). Schon sehr früh macht sich bemerkbar, daß die beiden Vorwölbungen nur durch einen sehr engen Hals mit der Hauptmasse in Verbindung stehen (Fig. 18—19). Dieser enge Hals, der dem Teilungsvorgang bei Babesia seine Eigenart gibt, bleibt dauernd bestehen, während die beiden Tochterstücke immer größer werden und der mütterliche Anteil immer mehr zusammenschrumpft (Fig. 20). Schließlich sind die Tochterzellen nur

[1]) Es sei nochmals ausdrücklich bemerkt, daß alle Angaben nach gefärbten Präparaten sich auf feuchte Ausstriche beziehen.

Digitized by Google

noch durch die beiden Halsstücke miteinander verbunden (Fig. 21, 22). Wenn sie sich voneinander trennen, bleibt die Verjüngung dauernd erhalten und so entstehen die bekannten Birnformen der Babesia (Fig. 23, 24).

Es muß an dieser Stelle auf die Frage eingegangen werden, ob Babesia canis ihren Sitz im Innern der Blutkörperchen oder an deren Außenfläche hat. Die meisten neueren Untersucher neigen zu der Ansicht, daß alle Stadien intrakorpuskulär seien. Dagegen vertritt Lühe (1906) die Auffassung, daß die Birnformen im Innern, die amöboiden Formen an der Außenseite der Erythrozyten schmarotzen. Wir haben Grund, diese Annahme für die richtige zu halten.

Die jüngsten Formen, die eben ein Blutkörperchen befallen haben, liegen allerdings wohl sicher innerhalb der Wirtszelle. Dafür spricht die Beobachtung von Nuttall und Graham Smith, daß sich der freie birnförmige Parasit mit großer Anstrengung und heftigen Bewegungen in die Zelle hineinbohrt. Ein solcher Kraftaufwand wäre unverständlich, wenn der Parasit auf der Oberfläche liegen bliebe. Wenn die Babesia dann etwas herangewachsen ist und in das amöboide Stadium übergeht, scheint sie aus dem Zellinnern herauszukriechen.

Beobachtet man unter einem im Heizschrank stehenden Mikroskop eine lebende amöboide Form, so ist man überrascht von der großen Behendigkeit, mit der die Bewegungen ausgeführt werden. Der Parasit fließt ebenso lebhaft hin und her, wie irgend eine stark bewegliche Wasseramöbe. Mit der größten Leichtigkeit werden Pseudopodien ausgestreckt und andere eingezogen; keine Spur eines zu überwindenden Widerstandes ist zu beobachten. Dabei zeigt sich das Blutkörperchen völlig unbeeinflußt, nichts von einer Strömungserscheinung oder sonstigen Beeinträchtigung an einer Stelle, die der Parasit soeben verlassen hat, ist zu bemerken. Zieht man noch zum Vergleich heran die träge und mühsame Vorwärtsbewegung eines in ein Blutkörperchen eingedrungenen Merozoiten des Tertianaparasiten oder einer Hämogregarine (Schaudinn 1903, Reichenow 1910), so wird es uns ohne weiteres klar, daß die amöboide Form nicht innerhalb des Blutkörperchens liegen kann.

Auch bei den Malariaparasiten ist es bekanntlich eine alte Streitfrage, ob sie intra- oder extra-globulär gelagert sind. Vielleicht dürfen wir auch hier annehmen, daß die jungen schwach und träge beweglichen Schizonten im Innern, die älteren, sehr lebhaft beweglichen an der Oberfläche der Erythrocyten schmarotzen.

Die Birnformen von Babesia canis liegen mit Bestimmtheit im Innern der Blutkörperchen. Darauf weist nicht nur ihre Bewegungslosigkeit hin, sowie die strenge Beibehaltung ihrer charakteristischen Form für längere Zeit, sondern das zeigen vor allem die Beobachtungen von Nuttal und Graham Smith über die Vorgänge bei der Auswanderung der Parasiten aus ihrer Wirtszelle. Hierbei geht fast immer das Blutkörperchen zugrunde. Gelegentlich ließ sich auch beobachten, daß der auswandernde Parasit sich durch eine enge Öffnung in der Hülle des Blutkörperchens hindurchzwängen mußte.

Wenn die amöboiden Formen außerhalb, die unmittelbar aus ihnen hervorgehenden Birnformen im Innern der Erythrocyten liegen, so muß die Einwanderung notwendig während der Teilung geschehen. In diesem Vorgange liegt der Schlüssel für die

eigenartigen Bilder, die wir bei der Teilung von Babesia canis finden. Wenn wir diese Bilder physikalisch verstehen wollen, so müssen wir uns denken, daß sich der Körper des Parasiten bei der Teilung durch zwei enge Öffnungen einer widerstandsfähigen Membran hindurchzwängt. Nehmen wir nun an, daß sich die beiden Vorwölbungen des Parasiten in das Innere des Blutkörperchens hineinbohren und bei fortschreitender Teilung das übrige Plasma allmählich hinterherfließt, so haben wir gleichzeitig für den eigenartigen Teilungsvorgang und für die verschiedene Lage der amöboiden und birnförmigen Babesien eine Erklärung gefunden. Um diese Annahme auch durch die Beobachtung sicherzustellen, bedarf es umfangreicher Untersuchungen am lebenden Objekt, Untersuchungen, die wir leider mit unserem wenig virulenten Material nicht mehr ausführen konnten.

Die Zahl der in einem Blutkörperchen lebenden Birnformen beträgt 2, 4, 8 oder 16. Mehr als 16 Parasiten konnten wir nie beobachten. Nur sehr selten finden wir eine andere Zahl, die wir dann wohl auf eine Doppelinfektion zurückführen müssen. Manche Untersucher geben mehr als 16 als Höchstzahl an, so Nuttall und Graham-Smith (1905) bis zu 21.

Die fast regelmäßig vorhandene Verdoppelung der Zahl weist darauf hin, daß für gewöhnlich alle in einem Blutkörperchen zu beobachtenden Parasiten von einem einzigen ihren Ursprung nehmen. Das geht noch deutlicher aus der Tatsache hervor, daß alle Parasiten in einem Blutkörperchen, auch wenn sie sich in Teilung befinden, fast genau das gleiche Stadium zeigen (vergl. Fig. 25, 28, 29). Selten zeigt sich hierbei eine Unregelmäßigkeit (Textfig. III, d).

Die Birnformen, die aus der ersten Teilung hervorgegangen sind, nehmen wieder eine amöboide Gestalt an, bevor sie sich zu erneuter Teilung anschicken. Zu dieser Zeit wandern sie vermutlich wieder auf die Außenseite des Blutkörperchens, denn die Bilder dieser zweiten Teilung entsprechen völlig denen der ersten. Derselbe Vorgang wiederholt sich bei der weiteren Vermehrung (Fig. 25—29).

Nuttall und Graham Smith sind der irrigen Ansicht, daß die birnförmigen Babesien stets das Blutkörperchen verlassen und ein neues infizieren. Das Vorhandensein einer größeren Zahl von Parasiten in einem Blutkörperchen erklären sie sich auf verschiedene Weise. Einmal durch Mehrfachinfektion. Wir haben bereits darauf hingewiesen, daß hierauf solche Bilder zurückzuführen sind, bei denen die Parasiten eines Erythrozyten sich auf verschiedenen Entwicklungsstadien befinden.

Ferner nehmen die genannten Forscher an, daß noch junge amöboide Formen sich in zwei kleine runde Parasiten teilen können, die heranwachsen und dann auf die gewöhnliche Weise je zwei Birnen aus sich hervorgehen lassen. Diesen abweichenden Teilungsvorgang konnten Nuttall und Graham Smith jedoch nicht mit Sicherheit am lebenden Objekt verfolgen. Wir selbst haben keine Bilder gesehen, die mit einiger Wahrscheinlichkeit für einen solchen Vorgang sprechen.

Schließlich haben die beiden Untersucher beobachtet, daß eine Teilung zur gleichzeitigen Bildung von vier Birnformen führen kann. Von Christophers wird dieser Befund bestätigt. In unseren Präparaten finden sich solche Teilungsbilder nicht. Es muß auch darauf hingewiesen werden, daß eine teilweise Übereinander-

Digitized by Google

lagerung zweier in Teilung begriffener Babesien leicht nach dieser Richtung irre führen kann. Immerhin ist es nicht undenkbar, daß bei starker Virulenz die Vermehrung so schnell vor sich gehen kann, daß die Tochterzellen sich wieder teilen, noch ehe sie sich voneinander getrennt haben, so daß das amöboide Stadium völlig übersprungen wird.

Abgesehen von den erwähnten Abweichungen scheinen andere Teilungsvorgänge bei Babesia canis nicht vorzukommen. Wenn Christophers drei verschiedene, Breinl und Hindle sogar sechs verschiedene Weisen der Teilung beschreiben, so beruht das teils auf einer irrtümlichen Aneinanderreihung der Teilungsbilder, teils darauf, daß Kunstprodukte, die durch die Herstellung trockener Ausstriche verursacht sind, als Teilungsstadien gedeutet werden. Ebenso ist auch die Vermehrung durch Knospung, die Kinoshita (1907) beschreibt, darauf zurück zu führen, daß der Halsteil der knospenartigen Vorwölbungen bei der Antrocknung des Präparates durchgerissen ist.

Die cytologischen Verhältnisse bei Babesia canis.

Das Plasma der Babesien ist sehr fein alveolär gebaut. Fast immer zeigt sich in ihm eine, gelegentlich auch zwei (Fig. 10) hellere Stellen, die gewöhnlich als Vakuolen angesprochen werden. Besonders groß und deutlich sind diese „Vakuolen" bei den jungen intrakorpuskulären Formen zu beobachten, die wir bereits oben mit den „Ringformen" der Malariaparasiten verglichen haben (Fig. 4, 5). Auf Trockenpräparaten erscheinen auch die jungen Babesien „ringförmig", in feucht konserviertem Material aber zeigt sich dieser hellere Teil fast immer deutlich von einigen zarten Plasmafäden durchzogen, ein Beweis, daß der Parasit hier nicht durchbohrt, sondern nur protoplasmaärmer ist. Ob es sich hier jedoch tatsächlich um eine Vakuole oder vielleicht um einen nur einseitig von dem Parasiten begrenzten Hohlraum handelt, müssen wir dahingestellt sein lassen, ebenso wie dies auch Schaudinn (1903) für das entsprechende Gebilde des Tertianaparasiten tut. Eine dritte Möglichkeit wäre, daß es sich nur um eine flachere und somit durchsichtigere Stelle des Parasiten handelt.

Sicher ist, daß diese „Vakuole" nicht als ein Bestandteil des Kernes zu betrachten ist. Hierzu könnten solche Bilder wie Fig. 1, 2, 6, 26 u. a. verführen, bei denen das Chromatin mitten in dem hellen Hohlraum liegt. Zahlreiche Figuren (4, 5, 9, 15) zeigen jedoch, daß die chromatische Substanz deutlich außerhalb desselben gelegen ist. Es scheinen hier die gleichen Verhältnisse vorzuliegen, wie bei dem jungen Malariaschizonten, dessen „Vakuole" gleichfalls dem Kerne meist dicht angelagert ist, was Schaudinn mit den Stoffwechselverhältnissen in Beziehung bringt.

Der Kern der Babesien stellt sich bei der großen Mehrzahl sowohl der amöboiden wie der Birnformen als ein einheitliches, rundes, homogenes Chromatingebilde dar. Ob ein schmaler heller Hof, der auf manchen Bildern angedeutet ist (Fig. 5, 11, 16), gleichfalls als regelmäßiger Bestandteil des Kernes anzusprechen ist, läßt sich bei der Kleinheit des Objektes nicht entscheiden.

Sehr eigenartige Umwandlungen gehen mit dem Kern während der Teilung vor sich. Bei den erwachsenen amöboiden Formen zeigt sich die erste Veränderung darin, daß der bisher ziemlich kreisrunde Chromatinkörper eine ovale, mehr oder weniger

Digitized by Google

langgestreckte Gestalt annimmt. In diesem langgestreckten Kerne zeigt sich mitunter schon eine Unregelmäßigkeit insofern, als der eine Pol erheblich chromatinreicher erscheint, als der andere (Fig. 7, 8). Die beiden Pole weichen nun weiter auseinander, so daß zunächst der Kern die Form einer 8 annimmt (Fig. 10, 11) und schließlich zwei getrennte chromatische Gebilde vorhanden sind (Fig. 12—15), die manchmal noch, wenn sie schon ziemlich weit auseinandergerückt sind, durch einen sehr feinen, sich chromatisch färbenden Faden miteinander verbunden sind (Fig. 14). Dieser Vorgang bietet völlig das Bild einer direkten Kernteilung dar; ob es sich hier aber überhaupt um eine Kernteilung handelt, werden wir später zu untersuchen haben. Die beiden nunmehr in der Zelle vorhandenen roten Gebilde können anfangs einander im Aussehen völlig gleichen (Fig. 13); in anderen Fällen sind sie von Anfang an deutlich verschieden, entweder nur in der Stärke der Färbbarkeit (Fig. 15) oder auch bezüglich der Größe (Fig. 14). In Präparaten, die mit Delafields Hämatoxylin gefärbt sind, kommt die Verschiedenheit der beiden Gebilde im allgemeinen deutlicher zum Ausdruck (Textfigur III, a—c).

In den Fällen, in denen man die beiden Kernteile nach Größe und Färbung unterscheiden kann, beobachtet man, daß der kleinere und blassere gewöhnlich der Oberfläche

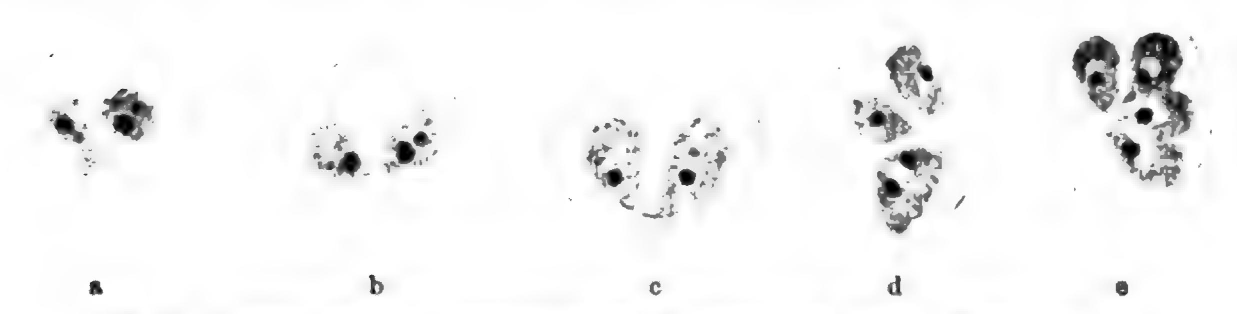


Fig. III. Verschiedene Teilungsstadien nach Färbung mit Delafields Hämatoxylin.

der Zelle mehr genähert ist, u. U. ihr unmittelbar anliegt. Jedes der beiden Gebilde teilt sich nun noch einmal, und zwar das der Oberfläche genäherte regelmäßig früher (Fig. 16, 17, 25, 29). Während dieser Zeit, d. h. auf dem Stadium, auf dem drei rote Körner in der Zelle vorhanden sind, beginnt die oben beschriebene Vorwölbung der beiden knospenartigen Gebilde und in jede Knospe rückt ein Teilstück des zuerst geteilten roten Kornes (Fig. 16, 17, 25, 29). Während die Plasmateilung fortschreitet, hat sich auch das zweite Korn geteilt (Fig. 18, 19) und die beiden Teilstücke wandern gleichfalls je in eine Teilhälfte der Zelle (Fig. 20).

So ergibt sich, daß die beiden aus der Teilung hervorgehenden Birnformen regelmäßig, solange sie noch miteinander verbunden sind, zwei mit Giemsa sich rot färbende Körner besitzen (Fig. 21, 22). Hier macht sich aber der Unterschied zwischen den beiden Gebilden meist schon mit größerer Deutlichkeit bemerkbar. Das eine Korn scheint bereits an Größe zuzunehmen, während das andere immer blasser und kleiner wird (Fig. 21). Auch bei eben von einander getrennten Tochterzellen lassen sich noch Spuren dieses zweiten Pünktchens nachweisen. Später aber ist es völlig verschwunden und die große Masse der birnförmigen Babesien zeigt immer nur ein

Digitized by Google

einziges, deutliches Chromatingebilde (Fig. 23, 24, 26, Textfig. III, e). Besser als die Giemsafärbung veranschaulicht die Delafieldfärbung das allmähliche Verschwinden (Textfigur III a—c). Ob der letzte Rest schließlich in die Hauptmasse zurückkehrt, konnten wir nicht unterscheiden; irgendwelche darauf hindeutende Bilder ließen sich nicht finden.

Es wurde bereits darauf hingewiesen, daß die frei im Serum befindlichen Parasiten Birnformen sind, die nach beendeter Teilung ihre Wirtszellen verlassen haben, um neue Blutkörperchen zu befallen. Im fixierten Präparat (Fig. 1, 2) kommt ihre Birnengestalt nicht mehr so deutlich zum Ausdruck. Sie haben sich augenscheinlich bei der Konservierung etwas verkürzt, da sie nicht wie die intraglobulären Formen durch den Körper der Wirtszelle in ihrer Gestalt gewissermaßen zwangsweise festgehalten werden. Eine weitere Eigentümlichkeit der freien Formen besteht darin, daß sie erheblich lebhafter gefärbt erscheinen, als die von Blutkörperchen umschlossenen. Auch Christophers weist darauf hin. Diese Erscheinung beruht wohl nicht allein auf der leichteren Färbbarkeit infolge der freien Lage, sondern es ist zu vermuten, daß die intracellulären Formen ziemlich stark abgeflacht sind, während die freien einen kreisförmigen Querschnitt besitzen und somit also eine größere Dicke haben.

Diese freien Parasiten haben nun in der Mehrzahl der Fälle als Kern nur ein chromatisches Gebilde; seltener (Fig. 1) ist noch ein zweites, blasseres nachzuweisen. Die Herkunft der freien Formen und die oben erörterten Kernverhältnisse machen diesen Befund ohne weiteres verständlich.

Auf eine Deutung der eigentümlichen Kernveränderungen im Zusammenhang mit der Teilung gehen wir am Schluß unserer Arbeit bei der Erörterung der systematischen Stellung der Piroplasmen ein; an dieser Stelle sei nur noch eine Vergleichung mit den Angaben anderer Untersucher über die Kernverhältnisse bei Babesia canis angefügt.

Seitdem Schaudinn (1904) das Vorhandensein eines als Blepharoplast zu deutenden chromatischen Gebildes bei Babesia canis angegeben hatte, haben wohl alle Untersucher, die auf die cytologischen Befunde überhaupt eingegangen sind, das gelegentliche Vorkommen einer zweiten „kernartigen“ Bildung beobachtet.

Auf eine Kritik der näheren Angaben aller Forscher einzugehen, würde zu weit führen und kaum von Nutzen sein. Mit Ausnahme von Breinl und Hindle (1908) haben sie alle die gleiche Methode der Giemsafärbung nach Trockenfixierung angewandt, die je nach der Schnelligkeit des Eintrocknens größere oder geringere Zerfließungserscheinungen am Kernapparat hervorruft. Es genügt, diese Tatsache an einem Beispiel festzustellen, indem wir die vollständigste Darstellung der Kernverhältnisse, die von Nuttall und Graham-Smith (1907) herrührende, der auch die von Christophers (1907) gegebene sehr ähnlich ist, mit unseren Befunden vergleichen. Auf die Angaben von Breinl und Hindle haben wir dann noch besonders einzugehen.

Nuttall und Graham-Smith finden bei vielen Parasiten neben einem dichten, dunkel gefärbten Chromatinkorn noch eine hell gefärbte, unregelmäßig gestaltete, lockere Chromatinmasse. In seltenen Fällen haben sie an deren Stelle einen kleinen punktförmigen Chromatinkörper beobachtet und kommen selbst zu dem Ergebnis:

Digitized by Google

„In many cases it seems to represent the loose chromatin in a condensed form.“ Der letztgenannte Befund ist natürlich der cytologisch richtige; die lockere Chromatinmasse, die in feuchten Präparaten nie zu finden ist, stellt das oben beschriebene blassere Korn in zerflossenem Zustande dar. Bei den Fällen, bei denen dieses Korn auch in Trockenpräparaten als kleines rundliches Gebilde erscheint, handelt es sich wohl um solche Parasiten, in denen das zweite Korn schon wieder nahe am Verschwinden ist und sich infolge seiner geringen Masse nicht über einen größeren Raum verteilen kann.

Die Kernveränderungen bei der Teilung sind nach Nuttall und Graham-Smith folgende: Aus der zunächst einheitlichen Chromatinmasse wächst ein chromatischer Faden heraus, der am Ende eine knopfförmige Verdickung trägt. Dieser Faden spaltet sich und jeder Teil tritt mit seinem verdickten Ende in eine der Zellknospen hinein. Bei fortschreitender Teilung rückt die Hauptmasse des Chromatins bis zur Gabelungsstelle nach. Hier teilt sie sich gleichfalls, und jede Hälfte rückt in je eine Tochterzelle nach. Inzwischen hat der vordere Kernbestandteil (der chromatische Faden mit seiner knopfförmigen Endverdickung) sich mehr diffus ausgebreitet. Wenn die Birnform in ein neues Blutkörperchen eingedrungen ist und sich dort abgerundet hat, kehrt dieser Teil in die Hauptmasse des Kernes zurück.

Wie die diffuse Verteilung zustande kommt, haben wir bereits erklärt. Die Angabe, daß dieser Kernbestandteil erst nach Infektion eines neuen Blutkörperchens verschwindet, findet ihre Erklärung in der bereits dargestellten Tatsache, daß eine Birnform sich noch auf dem „doppelkernigen“ Stadium befinden kann, wenn sie frei wird und in eine neue Wirtszelle eindringt. Dieser Fall ist aber eine Ausnahme und nicht die Regel, wie überhaupt die Anschauung von Nuttall und Graham-Smith, daß die Birnformen stets die Zelle verlassen, irrig ist.

Der von den genannten Forschern beschriebene chromatische Faden kann nicht die sehr feine Verbindung darstellen, die man gelegentlich zwischen den beiden Kernteilen nachweisen kann (vergl. S. 425). Wäre diese infolge sehr starker Überfärbung zu einem so plumpen Gebilde geworden, so müßte ja auch die am Ende aufsitzende Verdickung entsprechend überfärbt erscheinen. Diese ist aber viel unscheinbarer, als das ihr bei feuchter Konservierung entsprechende Gebilde. Somit ist auch dieser Faden als eine Zerfließungserscheinung aufzufassen. Daß das Zerfließen vorwiegend in der Richtung nach der Hauptmasse des Kernes zu erfolgt, beweist, daß eine für Flüssigkeiten leicht passierbare vorgebildete Bahn zwischen den beiden Teilen des Kernapparates besteht, eine Beobachtung, die, wie wir sehen werden, für die Deutung der Kernverhältnisse von Wichtigkeit ist.

Breinl und Hindle, die bei ihrer Untersuchung eine feuchte Konservierungsmethode angewandt haben, geben neben cytologisch richtigen Teilungsbildern (z. B. ihre Fig. 2, 3, 9 und 19) auch solche, bei denen die einzelnen Teile des Kernapparates durch kräftige Fäden miteinander verbunden sind. Die Erklärung hierfür ist wohl in allen Fällen darin zu finden, daß die genannten Forscher nicht immer scharf zwischen feucht und trocken konservierten Teilen ihrer Präparate unterschieden haben. Auch die größte Geschwindigkeit bei Herstellung der Präparate kann nicht verhindern,

daß einige Teile des Ausstriches, insbesondere die Randstellen, schon vor der Berührung der Konservierungsflüssigkeit eingetrocknet sind. Solche Teilungsbilder, wie Figur 7 u. 8 (a. a. O.) z. B. werden nur durch zwei zusammengeflossene Birnformen vorgetäuscht, und eine „Ringform", wie die in ihrer Fig. 21 abgebildete, findet sich nur an eingetrockneten Stellen der Präparate.

Flagellatenformen.

Wenn wir uns der Erörterung des Vorkommens begeißelter Stadien zuwenden, so dürfen wir uns nicht auf Babesia canis beschränken. Da die einander recht ähnlichen Babesien augenscheinlich eine einheitliche Gruppe bilden, so würde der sichere Nachweis von Flagellatenformen bei einer Art deren Auftreten auch für die anderen wahrscheinlich machen und überhaupt für die systematische Stellung der ganzen Gruppe von größter Bedeutung sein.

Schaudinn (1904) vermutete seinerzeit, daß echte Trypanosomen in den Entwicklungsgang der Babesia gehörten. Eine solche Zusammengehörigkeit glaubte Miyayima (1907) nachgewiesen zu haben. In seinen Bouillonkulturen von Theileria parva (Piroplasma parvum) traten zahlreiche große Trypanosomen auf, die er im Blute der Rinder niemals gefunden hatte. Von drei Rindern, die mit solchen Kulturflagellaten geimpft wurden, trat bei zweien eine Infektion mit Theileria parva auf. Inzwischen hat Martini (1909) durch Ausschaltung der Theileria einwandfrei festgestellt, daß diese mit dem Trypanosom nichts zu tun hat und daß letzteres im Rinderblute so selten ist, daß es nur durch die Kultur nachgewiesen werden kann.

Anscheinend gleichfalls echte Flagellaten, die aber mit Trypanosomen nicht die geringste Ähnlichkeit besitzen, sind die meist zweigeißeligen Formen, die Breinl und Hindle (1908/09) bei Babesia canis beobachtet haben. Sie sind in ihrem cytologischen Bau den Babesien so unähnlich und die Übergangsbilder sind so wenig überzeugend, daß die Zugehörigkeit zu der Babesia recht zweifelhaft erscheint; umso zweifelhafter, als von den zahlreichen Untersuchern nicht ein einziger ähnliche Stadien beobachtet hat.

Während bei diesen Flagellaten der Nachweis fehlt, daß sie zu den Babesien irgend welche Beziehungen haben, sind von anderen Forschern Parasiten beschrieben worden, bei denen es sich sicher um Babesien handelt, bei denen jedoch die Flagellatennatur ungewiß ist.

Die von Kinoshita (1907) in seinen Figuren 41 und 46 abgebildeten Formen sind ohne Zweifel bei der Herstellung des Ausstriches entstandene Kunstprodukte, auf die wir nicht näher einzugehen brauchen.

Mehrere Forscher (Nuttall und Graham-Smith, Christophers) haben auch am lebenden Objekt birnförmige Parasiten mit geißelartigem beweglichem Anhang gesehen. Diese Gebilde haben auch wir mehrfach beobachten können. In ganz frischen Präparaten finden sie sich selten, häufiger in solchen, die schon eine oder mehrere Stunden vorher angefertigt worden sind oder denen zwecks „Vitalfärbung" der Parasiten Methylenblau zugesetzt ist. Der Faden sitzt am zugespitzten Ende des birnförmigen Parasiten. Da durch die Beobachtungen von Nuttall und Graham-Smith über die Fortbewegung der freien Parasiten und ihr Eindringen in Blutkörper-

Digitized by Google

chen festgestellt ist, daß das stumpfe Ende das Vorderende ist, so sitzt die „Geißel" also am Hinterende, einer bei einem eingeißeligen Flagellaten ungewöhnlichen Stelle. Der Fortsatz ist von sehr verschiedener Länge, er kann viel kürzer oder mehr als doppelt so lang als der Parasit sein. Ebenso verschieden ist auch die Beweglichkeit des Fadens; bei manchen Parasiten bewegt er sich garnicht, bei manchen wieder sehr lebhaft, wobei der ganze Parasit in eine zitternde Bewegung gerät, ohne sich jedoch aktiv von der Stelle zu bewegen. Bei mit Methylenblau „vital" gefärbten Zellen ist die Bewegung in der Regel lebhafter, sie dauert noch fort, wenn der Parasit schon ganz blau gefärbt, also sicher abgestorben ist.

Aus all dem Gesagten geht hervor, daß es sich bei dem fraglichen Gebilde nicht um eine Geißel handeln kann. Wahrscheinlich haben wir hier einen Schleimfaden, wie er auch dem Hinterende freier Coccidien nicht selten ansitzt, oder einen Plasmarest des verlassenen und zerstörten Blutkörperchens vor uns. Die häufig zu beobachtende zitternde Bewegung wird anscheinend durch chemische Vorgänge bewirkt.

In konservierten und gefärbten Ausstrichen scheinen diese Fäden meist schlecht sichtbar zu sein, doch werden sie von Bowhill und Le Doux (1904) für Babesia canis und von Bowhill (1905) für die Babesia des Pferdes beschrieben.

Hiermit wären die Gebilde, die ernsthaft als Flagellatenstadien der Babesien in Betracht kommen konnten, erschöpft: auf solche fadenartigen Gebilde, wie sie z. B. Holmes (1908/09) beschreibt, gehen wir nicht weiter ein, da sie offenbar mit den Babesien nichts zu tun haben.

Die Entwicklung von Babesia canis außerhalb des Hundekörpers.

Über das Verhalten der Babesien außerhalb des Hundes sind unsere Kenntnisse noch außerordentlich dürftig. Verschiedene Forscher haben vergeblich versucht, Babesien zu kultivieren [Lignières (1900), Kleine (1906), Nuttall (1908), Marzinowsky (1909), Deseler (1910) u. a]. Auch wir haben zu Beginn unserer Untersuchungen derartige Versuche vorgenommen, haben aber ebenso wenig Erfolg gehabt, wie unsere Vorgänger. Es ist daher zwecklos, auf diese Versuche näher einzugehen.

Wenn manche Forscher von Kultur und Kulturformen der Babesien sprechen, so müssen diese Bezeichnungen zurückgewiesen werden; von einer Kultur kann man nur sprechen, wenn eine Vermehrung der Parasiten festzustellen ist. Daß man die Babesien längere Zeit hindurch im Reagenzrohr nachweisen kann, spielt dabei keine Rolle, da sie sich bekanntlich auch in defibriniertem Blut auf Eis wochenlang halten. Lignières (1900) glaubte zwar eine Vermehrung von Babesia bigemina in defibriniertem Blut beobachtet zu haben; doch weist Nuttall (1908) darauf hin, daß die fortschreitende Auflösung der Erythrozyten den Anschein erweckt, als wenn die Parasiten zahlreicher geworden wären.

Eine große Rolle als vermutete Entwicklungsformen der verschiedenen Babesiaarten spielen die zuerst von Robert Koch (1906) in Zecken, dann von Kleine (1906), Marzinowsky (1909), Martini (1909) u. a. bei Kulturversuchen beobachteten sternförmigen Parasiten. Für eine Erklärung dieser Formen scheinen uns die Untersuchungen Nuttalls (1908) einen Fingerzeig zu geben. Er mischte das parasiten-

haltige Blut mit Salzlösungen von verschiedenem Prozentgehalt und gerade bei Zusatz der schwächsten (0,6%igen) Lösung wurden die strahligen Formen am häufigsten gefunden. Das legt den Gedanken nahe, daß diese Gebilde nur auf Veränderungen der osmotischen Verhältnisse zurückzuführen sind und daß die langen Strahlen in einem hypotonischen Medium entstehen.

Es ist zu vermuten, daß diese sternförmigen Parasiten auch dann, wenn sie in Zecken auftreten, nicht die normalen Entwicklungsstadien, sondern gerade diejenigen Parasiten darstellen, die sich nicht weiter entwickeln und zugrunde gehen. Auch Christophers, der die Entwicklung von Babesia canis in der Zecke bisher am gründlichsten untersucht hat, bezweifelt, daß diese Parasiten in den Entwicklungsgang hinein gehören, ebenso hält Hartmann (1909) sie für Degenerationsformen.

Als Entwicklungsstadien, die in den Zecken auftreten, werden übereinstimmend von Koch (1906) und von Gonder (1911) für Teileria parva, von Marzinowsky und Bielitzer (1909) für Babesia equi und von Christophers (1907) für Babesia canis wurmförmige Parasiten beschrieben, die anscheinend frei beweglichen Coccidien recht ähnlich sind. Diese Formen werden von mehreren Forschern als „Ookineten" bezeichnet. Für eine solche Benennung fehlt vorläufig noch jede Berechtigung, da die Entstehung der Wurmformen aus einem Befruchtungsvorgang nicht bewiesen und noch nicht einmal wahrscheinlich gemacht ist.

Was sonst noch von den verschiedenen Untersuchern als Entwicklungsstadien in der Zecke beschrieben worden ist, ist so unsicher, daß wir es vorläufig nicht verwerten können, mit Ausnahme der Befunde Christophers über die Entwicklung von Babesia canis. Christophers fand, daß gewisse Parasiten in der Zecke stark heranwachsen und in zahlreiche Sporen zerfallen, die wiederum zur Bildung einer großen Anzahl von Sporozoiten führen. Welche Schlüsse sich aus diesen Angaben ziehen lassen, darauf wird im letzten Abschnitt näher einzugehen sein.

Die verwandtschaftlichen Beziehungen der Babesien.

Bereits in der Einleitung haben wir darauf hingewiesen, daß die Babesien in Hartmanns Flagellatenordnung der „Binucleaten" ein wichtiges Bindeglied zwischen den Trypanosomen und den Plasmodien darstellen. Zu dieser Auffassung gelangt Hartmann deshalb, weil er einerseits das gelegentliche Vorkommen von Flagellatenformen bei den Babesien für erwiesen hält, andererseits annimmt, daß auch bei den geißellosen Formen das Vorhandensein eines „Blepharoplasten" in der Regel nachzuweisen ist.

In einem besonderen Abschnitte haben wir bereits gezeigt, daß ein einwandfreier Nachweis von Flagellatenformen bisher noch keineswegs erbracht worden ist, daß im Gegenteil der Umstand, daß nahezu jeder Forscher andere Gebilde gefunden und in diesem Sinne gedeutet hat, das Vorkommen solcher Formen recht unwahrscheinlich macht.

Wir kommen zur Frage des Blepharoplasten. Das Vorhandensein eines solchen Gebildes ist nur erklärlich, wenn an irgend einer Stelle des Entwicklungskreises eines Organismus Flagellatenformen als normale Entwicklungsstadien auftreten. Solange wir ein solches Vorkommen nicht sicher gestellt haben, sind wir nicht berechtigt, irgendein

Digitized by Google

sich chromatisch färbendes Korn in der Zelle als „Blepharoplast" anzusprechen. Die Annahme eines stets funktionslosen „Blepharoplasten" würde die Übertragung des bei vielzelligen Organismen geläufigen Begriffes der „rudimentären Organe" auf die einzelne Zelle bedeuten, was vor allem in dem vorliegenden Falle ganz besonders zwingender Beweise bedürfte.

Welche Umstände sprechen nun bei dem Gebilde, dessen Entstehung aus der Hauptchromatinmasse wir oben eingehend beschrieben haben, für seine Blepharoplast-Natur? Die Tatsache, daß es aus dem Kerne stammt, wäre damit vereinbar, der Umstand, daß es nur während der Teilung sichtbar wird, ist schon weniger erklärlich. Der Blepharoplast der Trypanosomen — nur nicht der der zweigeißeligen Trypanoplasmen — ist erheblich kleiner als der Kern, der „funktionslose Blepharoplast" bei Babesia ist im Anfang meist nicht durch seine Größe von dem Kerne zu unterscheiden. Der Blepharoplast nimmt insbesondere den Giemsafarbstoff viel lebhafter auf, als der Kern; das fragliche Gebilde bei Babesia ist gerade durch seine blassere Färbung von der Hauptmasse des Chromatins am besten zu unterscheiden. Bei fortschreitender Teilung der Zelle wird das Gebilde immer kleiner und blasser, bis es die Grenze des Sichtbaren erreicht; ein Verhalten, das bei einem Blepharoplasten völlig unerklärlich ist.

Wenn wir nach bekannten Zellgebilden Umschau halten, die ähnliche Eigenschaften aufweisen, wie die in Frage stehende Bildung bei Babesia canis, so drängt sich die Vermutung auf, die wir mit einigem Vorbehalt aussprechen, daß wir es hier mit einem nukleolenartigen Gebilde zu tun haben. Schon die meist blassere Färbung weist darauf hin. Ein Nukleolus, dessen Rolle als Bildungsstätte für die chromatische Substanz des Kernes vielfach nachgewiesen ist, pflegt häufig kurz vor der Teilung, also in der Zeit des lebhaftesten Kernwachstums, eine starke Zunahme der Größe und der Färbbarkeit zu erfahren. Diese Zunahme ist vielleicht der Anlaß, daß der Nukleolus bei Babesia canis aus der ihn vorher umhüllenden Chromatinmasse herausrückt. Daß er sich hierbei ziemlich weit entfernen kann, ist der einzige schwierige Punkt des Erklärungsversuches; denn wenn auch Nukleolus oder Caryosom dem Chromatin häufig nur ganz oberflächlich anliegen, so wird doch ein völliges Heraustreten aus dem Kerne nur bei „multiplen" Teilungen beschrieben. Die Trennung vom Kern ist aber vielleicht nur eine scheinbare; wie schon früher bemerkt, können wir bei der Kleinheit des Objektes über das Vorhandensein eines achromatischen Kernanteils nichts sicheres aussagen. Es ist möglich, daß es sich bei der scheinbaren Trennung von Chromatin und Nukleolus nur um einen sehr lang gestreckten Kern handelt. Der gelegentlich zu beobachtende feine Faden zwischen beiden Gebilden weist ja auch auf sehr enge Beziehungen zwischen ihnen hin, und der Umstand, daß bei Trockenpräparaten der „Nukleolus" mit Vorliebe in der Richtung nach dem Chromatinklumpen zu zerfließt, beweist, daß zwischen beiden Gebilden eine besondere Struktur vorhanden ist.

Die allmähliche Abnahme an Größe und Färbbarkeit nach erfolgter Teilung verträgt sich gleichfalls gut mit der Natur eines Nukleolus.

Digitized by Google

Eine sichere Grundlage für die Feststellung der systematischen Stellung einer Protozoengruppe bildet nur die Kenntnis des ganzen Entwicklungskreises, insbesondere der Art und Weise, wie sich die geschlechtlichen Vorgänge abspielen. Da wir über den letztgenannten Punkt noch gar nichts wissen, sind die einzigen Angaben, die wir hier heranziehen können, die von Christophers über die Bildung von Sporen und Sporozoiten in der Zecke. Christophers selbst weist auf die Übereinstimmung seiner Befunde mit entsprechenden Entwicklungsstadien der Malariaparasiten hin. Wir können hinzufügen, daß auch manche Hämogregarinen sehr ähnliche Verhältnisse bei der Sporogonie aufweisen, z. B. das von Miller (1908) entwicklungsgeschichtlich untersuchte Hepatozoon perniciosum. Durch diese Ähnlichkeit würden sich Beziehungen der Babesien zu den Coccidien ergeben.

Eine weitere Beziehung könnten wir darin erblicken, daß Theileria parva nach den Untersuchungen von Gonder (1911) zwei Arten der Schizogonie besitzt, deren erste zur Ausbreitung im Körper des Rindes und deren zweite zur Ausbildung geschlechtlich differenzierter Formen führt. Die gleiche Verschiedenheit scheint auch bei den Blut-Coccidien (Hämogregarinen) sehr verbreitet zu sein; sicher gestellt ist sie bis jetzt bei Haemogregarina stepanowi (Reichenow 1910) und bei H. nicoriae (Robertson 1910).

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß auch bei manchen Hämogregarinen, bei den in der Gattung Lankesterella zusammengefaßten Formen, außer dem als Kern gedeuteten Chromatingebilde häufig noch ein zweites chromatisches Korn beobachtet wird, das nicht selten von dem anderen ziemlich entfernt liegt. Dieses Korn wurde geradeso wie das ihm ähnliche Gebilde bei Babesia von manchen Forschern, insbesondere von Hartmann und seinen Schülern [vergl. Seitz (1910)] als Blepharoplast erklärt und Hartmann (1910) trennt sogar auf Grund dieser Deutung die Lankesterellen völlig von den übrigen Hämogregarinen — deren Coccidiennatur bewiesen ist — ab und stellt sie zu seiner Flagellatenordnung der Binucleaten.

Natürlich reichen die hier aufgeführten Vergleichungspunkte noch lange nicht aus, um eine Verwandtschaft der Babesien mit den Coccidien als festgestellt zu erachten; immerhin scheinen uns nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse für die Annahme einer solchen Verwandtschaft mehr Gründe zu sprechen, als für die Einreihung der Babesien in die Ordnung der Binucleaten.

Literaturverzeichnis.

Bowhill, Th. (1905), Equine piroplasmosis or biliary fever. Journ. of Hyg. v. 5.

Bowhill, Th. and Le Doux, C. A. (1904), A contribution to the study of piroplasmosis canis. Journ. of Hyg. v. 4.

Breinl, A. and E. Hindle (1908/09), Contributions to the morphology and life history of Piroplasma canis. Ann. of trop. Med. and Parasitology Bd. II.

Bumann, H. (1910), Beitrag zur Behandlung der Hundepiroplasmose mittels Trypanblau. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskr. Bd. 67.

Christophers, S. R. (1907), Piroplasma canis and its life cycle in the tick. Sci. mem. by offic. of the med. and sanit. Department. India N. S. No. 29. Calcutta.

Deeler, B. (1910), Ein Beitrag zur Züchtung von Piroplasmen in künstlichen Nährböden. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskr. Bd. 67.

Digitized by Google

Giemsa, G. (1909), Über die Färbung von Feuchtpräparaten mit meiner Azur-Eosinmethode. Deutsche med. Wochenschr. 1909, II.

Gonder, R., (1911), Die Entwicklung von Theileria parva I. Arch. f. Protistenk. Bd. 21.

Hartmann, M. (1907), Das System der Protozoen. Arch. f. Protistenk. Bd. 10.

Derselbe (1909), Neuere Forschungen über pathogene Protozoen. 2. Tagung d. Freien Vereinigung f. Mikrobiol. Zentralbl. f. Bakt. I. Ref. Bd. 42, Beih.

Hartmann, M. und C. Chagas (1910), Vorläufige Mitteilung über Untersuchungen an Schlangenhämogregarinen. Arch. f. Protistenk. Bd. 20.

Hartmann, M. und V. Jollos (1910), Die Flagellatenordnung „Binucleata". Arch. f. Protistenk. Bd. 19.

Holmes, J. D. E. (1908/09), Flagellate form of Piroplasma bovis. Indian civ. vet. Dep. Memoirs Nr. 1.

Kinoshita, K. (1907), Untersuchungen über Babesia canis. Arch. f. Protistenk. Bd. 8.

Kleine, F. K. (1906), Kultivierungsversuch der Hundepiroplasmen. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskr. Bd. 54.

Koch, R. (1906), Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Piroplasmen. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskr. Bd. 54.

Kuhn, Ph. u. E. (1911), Ergebnisse von Pferdesterbeimpfungen an Hunden. Zeitschr. f. Immunitätsforsch. u. exp. Therap. Bd. 8.

Levaditi, C. et Nattan-Larrier, L. (1911), Traitement de la piroplasmose canine par l'arsénobenzol. Bull. Soc. Pathol. exot. T. IV, No. 5.

Lignières (1900), La tristeza ou la malaria bovine dans la république Argentine. Bull. de la Soc. centr. de méd. vétér.

Lühe, M. (1906), Zur Kenntnis von Bau und Entwicklung der Babesien. Zool. Anz. Bd. 30.

Martini, E. (1909), Über die Entwicklung eines Rinderpiroplasmas und -trypanosomas im künstlichen Nährboden. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskr. Bd. 64.

Marzinowsky, E. J. und A. W. Bielitzer (1909), Piroplasmose des Pferdes in Rußland und die Rolle der Zecke Dermacentor reticulatus bei ihrer Verbreitung. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskr. Bd. 63.

Miller, W. W., Hepatozoon perniciosum (n. g. n. sp.); a Haemogregarine pathogenitic for white rats; with a description of the sexual cycle in the intermediate host, a mite (Lelaps echidninus). Treasury Department. Public Health and Marine-Hospital Service of the United States. Hygienic Laboratory. Bulletin No. 46.

Miyayima, M. (1907), On the cultivation of a Bovine Piroplasma. Philipp. Journ. of Science v. 2.

Nattan-Larrier, L. (1911), Auto-agglutination des hématies dans la piroplasmose canine. Bull. Soc. pathol. exot. T. IV, No. 6.

Nuttall, George H. F. and G. S. Graham-Smith (1905, 1906, 1907), Canine Piroplasmosis II, V, VI. Journ. of Hyg. Bd. 5, 6, 7.

Dieselben (1908), The Mode of Multiplication of Piroplasma bovis and P. pitheci in the circulating Blood compared with that of P. canis, with Notes on other species of Piroplasma. Parasitology Vol. I.

Dieselben (1908), The Development of Piroplasma canis in Culture. Parasitology Vol. I.

Reichenow, E. (1910), Haemogregarina stepanowi. Die Entwicklungsgeschichte einer Hämogregarine. Arch. f. Protistenk. Bd. 20.

Robertson, M. (1910), Studies on Ceylon haematozoa No. II: Notes on the life-cycle of Haemogregarina nicoriae. Quart. Journ. of Micr. Sci. V. 55.

Schaudinn, F. (1899), Über den Generationswechsel der Coccidien und die neuere Malariaforschung. Sitz.-Ber. d. Ges. Nat.-Freunde zu Berlin.

Derselbe (1900), Untersuchungen über den Generationswechsel bei Coccidien. Zool. Jahrb. Abt. f. Anat., Bd. 13.

Derselbe (1903), Studien über krankheitserregende Protozoen II. Plasmodium vivax. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 19.

Derselbe (1904), Generations- und Wirtswechsel bei Trypanosoma und Spirochaeta. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 20.

Digitized by Google

Schuberg (1909), Über die Färbung von Schnittpräparaten mit der Giemsaschen Azur-Eosin-Methode. Deutsch. med. Wochenschr. 1909, II.

Derselbe (1910), Über Microsporidien aus dem Hoden der Barbe und durch sie verursachte Hypertrophie der Kerne. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 33.

Seitz (1910), Zur Frage des Hartmannschen Binucleaten. Zentralbl. f. Bakt. I. Orig. Bd. 56.

Tafelerklärung.

Sämtliche Figuren sind mit dem Abbéschen Zeichenapparat bei Obj. Apoch. 2 mm und Comp. Ok. 18 gezeichnet.

Färbung: Schubergs Modifikation der Giemsafärbung.

Fig. 1 u. 2. Freie birnförmige Parasiten.

Fig. 3. Eben in ein Blutkörperchen eingedrungener birnförmiger Parasit.

Fig. 4 u. 5. Junge, wahrscheinlich noch intrakorpuskuläre Wachstumsformen.

Fig. 6—9. Amöboide Formen.

Fig. 10—15. Vorbereitung zur Teilung: vermutliche Trennung des „Binnenkörpers" von der Chromatinmasse.

Fig. 16 u. 17. Beginn der Zellteilung; der „Binnenkörper" geteilt, die Chromatinmasse in Teilung.

Fig. 18—22. Fortschreitende Teilung; ein „Binnenkörper" und eine Chromatinmasse wandern je in eine Teilhälfte hinein.

Fig. 23 u. 24. Zwei aus einer Teilung hervorgegangene Birnformen.

Fig. 25. Gleichzeitige Teilung von zwei Parasiten in einem Blutkörperchen; verläuft wie die erste Teilung.

Fig. 26. Vier Birnformen gebildet.

Fig. 27—29. Gleichzeitige Teilung von vier Parasiten in einem Blutkörperchen; verläuft wie die früheren Teilungen.

Beitrag zur Frage der Giftigkeit der Rhodanalkalisalze.

Von

Dr. med. Fr. Franz,

ständigem Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte.

Einleitung.

Während die Thiocyansäure (Rhodanwasserstoff, Rhodanwasserstoffsäure), CN · SH, sich bei längerer Aufbewahrung sowie besonders bei Einwirkung von Mineralsäuren in Blausäure und Perthiocyansäure zersetzt, sind ihre Alkalisalze, die Rhodanalkalien (Kalium-, Natrium-, Ammoniumrhodanid), die aus den entsprechenden Verbindungen der Blausäure durch Einwirkung von Schwefel hergestellt werden, durch eine große Beständigkeit als solche und in Lösung ausgezeichnet und bilden die ursprünglichen Blausäureverbindungen, wenigstens auf einfache Weise, nicht zurück; unter gewissen Versuchsbedingungen, wie beim Erwärmen mit Salpetersäure oder Salzsäure sowie bei Einwirkung von Wasserstoffsuperoxyd, vermögen sie aber Blausäure zu entwickeln. In Wasser und Alkohol sind die Rhodanide leicht löslich, und ihre Lösungen zeigen eine neutrale oder sehr schwach alkalische Reaktion.

Die Frage bezüglich des Grades der Giftigkeit der Rhodanide hat in letzter Zeit an praktischer Bedeutung gewonnen, da die Rhodanalkalien, insbesondere das Ammoniumrhodanid, in der Berufs- und Amateurphotographie eine ausgedehnte Verwendung (Tonbäder) finden und das Natriumsalz neuerdings ärztlich verordnet wird[1]. So hat Pauli[2]) tägliche Gaben bis zu 1 g angewendet, um eine sedative Wirkung bei Nervösen und organisch Nervenkranken zu erzielen und bei Erkrankungen mit erhöhtem Blutdruck (Arteriosklerose, Aorteninsuffizienz, chronische Nierenentzündung) den Blutdruck herabzusetzen. Bentley und le Roy[3]) empfehlen das Natriumrhodanid bei Arteriosklerose und Harnsteinen in Dosen von höchstens 0,06 g bei einer Ver-

[1]) In E. Mercks Jahresbericht über Neuerungen auf den Gebieten der Pharmakotherapie und Pharmazie, 1910, 24. Jahrg. März 1911, Darmstadt, S. 322 wird darauf hingewiesen, daß das therapeutische Interesse für das Natriumrhodanid zuzunehmen scheine und daß die Unsicherheit, welche in bezug auf die Giftigkeit oder Ungiftigkeit der Rhodansalze in der Literatur herrscht, für ihre Verwendung ein hinderndes Moment sei.

[2]) Über Ionenwirkungen und ihre therapeutische Verwendung. Münch. med. Wochenschr. 1903, I, S. 153.

[3]) New York medical Journal 1908, II, S. 210, zitiert nach Mercks Jahresbericht für 1909, 23. Jahrg., S. 289. (Referat in Therapeut. Monatsh. 1909, S. 502.)

dünnung von 1:40000, und Zoltán[1]) hat es mit Erfolg bei den lanzinierenden Schmerzen der Tabiker, bei hartnäckiger Migräne und sympathischen Neurosen in Dosen von 0,2—0,25 g verwendet[2]). Von Pauli und Pal[3]) sollen noch höhere Dosen (0,5—3 g pro Tag) zur Behandlung der Arteriosklerose angewendet worden sein.

Wenn auch in der Fachliteratur eine Anzahl von Tierversuchen mit den Rhodansalzen sowie Beobachtungen an Menschen vorliegen, so haben sie zu sicheren Schlüssen hinsichtlich der Beurteilung der Giftigkeit der Rhodanide bisher nicht geführt. Diese ist verschieden beantwortet worden, je nachdem man sich auf theoretische Erwägungen oder auf Versuche, die überdies nicht durchweg methodisch einwandfrei sind, stützte. Eine Zusammenstellung der einschlägigen Literaturangaben bis zum Jahre 1902 findet sich bei Villain[4]). Bei Besprechung der eigenen Versuchsergebnisse wird auf einige der in Betracht kommenden Arbeiten noch näher eingegangen werden; zunächst sollen kurz die in toxikologischen Handbüchern vorhandenen Angaben über die Giftigkeit der Rhodansalze angeführt werden, um zu zeigen, wie verschieden die Auffassung der Fachgelehrten hierüber bisher gewesen ist. Auf Grund der Widersprüche unter den verschiedenen Versuchsanstellern war Kunkel[5]) der Meinung, daß die Frage noch nicht geklärt sei; auf alle Fälle sei aber der Grad der Giftigkeit der Rhodansalze ein wesentlich niedrigerer als der der Blausäure. Nach Kobert[6]), der einen tödlich verlaufenen angeblichen Vergiftungsfall nach 0,3 g Ammoniumrhodanid (siehe später) beschreibt, und nach Jaksch[7]) sind die Rhodansalze als Gifte anzusehen, während Lewin[8]) und Vibert[9]) sie für ungiftig oder nur sehr wenig giftig erklären. Auch Erben[10]) hält ihre Giftigkeit nur für gering.

In Frage kommt, ob die Rhodansalze im wesentlichen nur „Salzwirkungen" entfalten oder durch Zerlegung unter den Verhältnissen des Organismus Blausäure abspalten können, oder ob etwa das unzersetzte Molekül, das Rhodanion, eine spezifische Giftwirkung besitzt.

Da eine systematische Untersuchung der Rhodansalze vom toxikologischen Standpunkt aus noch nicht vorhanden ist, so sind im physiologisch-pharmakologischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes Versuche in größerer Zahl mit Kalium-, Natrium- und Ammoniumrhodanid an Kaninchen und Meerschweinchen sowie an Hunden und Katzen angestellt worden, wobei Lösungen

[1]) Budapesti Orvosi Ujsag 1909, Nr. 30, zitiert nach Mercks Jahresbericht für 1909, S. 289.

[2]) In Mercks Jahresbericht findet sich dazu die Anmerkung: „So hohe Dosen erheischen Vorsicht."

[3]) Archivio per le malattie di cuore, dei vasi e del sangue. Bordighera 1910, Nr. 1, S. 27, zitiert nach Mercks Jahresbericht für 1910, S. 323.

[4]) Über das Vorkommen und den Nachweis des Rhodans im Menschen- und Tierkörper und seine toxikologische und pharmakologische Bedeutung. Diss. Freiburg 1903, S. 40 ff. (Aus der medizinischen Klinik.)

[5]) Handbuch der Toxikologie Bd. 1, S. 512. 1899.

[6]) Lehrbuch der Intoxikationen Bd. 2, 2. Aufl. 1906, S. 861.

[7]) Die Vergiftungen. 2. Aufl. 1900, S. 49.

[8]) Lehrbuch der Toxikologie 1897, S. 163.

[9]) Précis de toxicologie clinique et médico-légale. Paris 1900, S. 196.

[10]) Vergiftungen. Klinischer Teil. 2. Hälfte. 1910, S. 217. (Aus „Dittrichs Handbuch der ärztlichen Sachverständigentätigkeit" Bd. VII.)

der genannten Salze den Versuchstieren in den Magen, das Unterhautzellgewebe, in eine Vene oder in den Mastdarm eingeführt wurden, und zwar in großen Mengen, die gestatten, sich ein Urteil über die etwaige Giftigkeit des verwendeten Salzes zu bilden.

I. Versuche mit Kalium-, Natrium-, Ammoniumrhodanid an Kaninchen und Meerschweinchen.

Zu den Versuchen an Kaninchen dienten mittelgroße Tiere, die, wie es im Laboratorium üblich ist, vorher 24 Stunden lang kein Futter erhalten hatten. Das zu den Versuchen verwendete Kaliumrhodanid wurde in wässeriger 4-, 6- oder 8 %iger Lösung mittels Schlundsonde in den Magen eingebracht. Eine Zusammenstellung der ausgeführten Versuche ist in Tabelle A enthalten.

Tabelle A. Versuche an Kaninchen. Einführung wässeriger Lösungen von Kaliumrhodanid mittels Schlundsonde in den Magen.

Versuchs-nummer	Gewicht des Tieres g	Eingeführte Menge Kaliumrhodanid		Konzentration der eingegebenen Lösung %	Ergebnis
		insgesamt g	pro kg Tier g		
1	2000	1	0,5	4	Tod nach $3^1/_2$—4 Tagen, in Opisthotonus-Stellung aufgefunden. Am 3. Tage Entleerung bluthaltiger Kotballen. Sektionsbefund: Magenschleimhaut mit Ätzstellen, Schorfen und Blutpunkten.
2	1900	1	0,53	4	Tod nach $2^1/_2$—3 Tagen, in Opisthotonus-Stellung aufgefunden. Sektionsbefund: Im Cardiateil und an der großen Kurvatur des Magens Ätzstellen mit Schorfen und Blutungen. Harn eiweißhaltig.
3	2400	1,5	0,63	6	Tod nach 16 Stunden 27 Min. in tetanischen Krämpfen mit in den Nacken geschlagenem Kopf. Sektionsbefund: Magengrund stark hyperämisch mit vereinzelten Blutungen und Ätzstellen. Harn etwa $^1/_2$ ‰ Eiweiß (nach Esbach).
4	2300	2	0,87	8	Tod nach 6 Stunden 47 Min. im Zustand zentraler Lähmung. Zu Beginn der Vergiftung Streckkrämpfe. Sektionsbefund: Magenschleimhaut stark hyperämisch mit ausgedehnten Blutungen und Ätzstellen. Harn $^1/_2$ ‰ Eiweiß (nach Esbach).
5	2200	2	0,91	8	Tod nach 6 Stunden 3 Min. Sektionsbefund: Ätzstellen und Blutungen in der Magenschleimhaut, besonders im Pylorusteil. Harn ohne Eiweiß.

Die verabfolgten Mengen betrugen 1—2 g, entsprechend 0,5—0,9 g pro kg Körpergewicht. Sämtliche Versuche verliefen tödlich. Der Giftigkeitsgrad nahm mit der Menge des verabreichten Kaliumrhodanids zu, und zwar starben die Kaninchen nach

1 g Kaliumrhodanid nach $2^1/_2$—4 Tagen,
1,5 g „ „ $16^1/_2$ Stunden,
2 g „ „ 6—$6^3/_4$ „ .

Das Vergiftungsbild war etwas verschieden, je nachdem die Vergiftung innerhalb einiger Stunden verlief oder sich über Tage hinzog. Im ersteren Falle traten sehr bald typische tetanische Krämpfe auf, ohne oder mit gering ausgeprägter Steigerung der Reflexerregbarkeit, und der Tod erfolgte an zentraler Lähmung. Über den Ablauf der Vergiftung gibt nachstehendes Protokoll zum Versuch 4 Aufschluß:

Versuch 4. 8 Uhr 38 Minuten vormittags. Eingabe von 2 g Kaliumrhodanid in den Magen. Das Tier zeigt darnach einzelne Streckkrämpfe. 3 Uhr 10 Minuten nachmittags beträgt die Körpertemperatur 35,8°. Das Kaninchen liegt platt auf der Seite, streckt krampfhaft und zitternd die Hinterbeine nach hinten und macht Ruderbewegungen mit den Vorderpfoten. Der Kopf ist in den Nacken geschlagen. Keine Reflexsteigerung. Das Tier kann zunächst noch auf dem Bauch mit abgestreckten Hinterbeinen hocken, fällt aber schließlich auf die Seite. Beim Versuch, die Hinterbeine zu beugen, ist ein starker Widerstand zu überwinden, und sofort darauf erfolgt eine krampfhafte Streckung. Ohne Beschleunigung der Atmung und ohne Krampf tritt im Zustande zentraler Lähmung der Tod ein. Der Hornhautreflex erlischt um 3 Uhr 24 Min.; es erfolgen darnach noch vier schnappende Maulbewegungen.

Bei der langsamer verlaufenden Vergiftung nach 1 g Kaliumrhodanid verweigerten die Kaninchen die Futteraufnahme, so daß sie erheblich an Körpergewicht abnahmen. Die auch bei ihnen beobachteten mehr oder minder ausgeprägten tetanischen Krämpfe stellten sich erst längere Zeit nach der Eingabe der Rhodansalzlösung ein. Der Tod erfolgte bei diesen Tieren, sowie bei dem Kaninchen, das 1,5 g Kaliumrhodanid erhalten hatte, in Krampfstellung.

Bei allen Kaninchen hatte der normalerweise feste kugelige Kot eine breiige Beschaffenheit angenommen; von Kaninchen 1 wurde am dritten Tage Blut mit dem Kot entleert. Bei Kaninchen 2, 3 und 5 konnte Eiweiß (bis zu $^1/_2$ ‰ nach Esbach) im Harn nachgewiesen werden. Die Sektion der Kaninchen ergab, daß in allen Fällen die Schleimhaut des Magens mehr oder minder hochgradig entzündet und verätzt war. Neben stark hyperämischen Stellen fanden sich kleinere und größere Blutergüsse und Substanzverluste, die bei spätem Eintritt des Todes teilweise mit Schorf bedeckt waren. Ein Einfluß der Verschiedenheit der Konzentration der eingegebenen Lösungen innerhalb des untersuchten Gebiets war an dem anatomischen Befund der Magenschleimhaut nicht zu erkennen.

Bei den Versuchen an Meerschweinchen kamen das Kalium-, Natrium- und Ammoniumrhodanid zur Anwendung, die gleichfalls in wässeriger Lösung mittels Schlundsonde eingegeben wurden.

Die drei Rhodanide zeigten das gleiche Wirkungsbild und die gleiche Wirkungsstärke. Auch hier waren die Unterschiede in der Konzentration der Lösungen innerhalb des untersuchten Gebiets ohne Einfluß. Die Meerschweinchen starben nach 0,8 g Rhodansalz pro 1000 g Körpergewicht nach $4^1/_4$—$5^1/_4$ Stunden; auch Gaben von 0,6 g führten noch innerhalb eines Tages zum Tode der Tiere, so daß also die tödlichen Dosen etwa dieselben sind wie bei Kaninchen. Die Vergiftungserscheinungen entsprachen gleichfalls den Beobachtungen an Kaninchen, indem auch bei den Meerschweinchen ausgeprägte tetanische Krämpfe eintraten. Zum Unterschied von den Kaninchen konnte aber bei den Meerschweinchen durchgängig eine merkliche Steigerung der Reflexerregbarkeit festgestellt werden. Der Tod trat in allen Fällen im Streckkrampf ein.

Tabelle B. Versuche an Meerschweinchen. Einführung wässeriger Lösungen von Kalium-, Natrium- und Ammoniumrhodanid mittels Schlundsonde in den Magen.

Versuchs-nummer	Gewicht des Tieres g	Eingeführte Menge der Rhodanverbindung insgesamt g	Eingeführte Menge der Rhodanverbindung pro kg Tier g	Konzentration der eingegebenen Lösung %	Ergebnis
			Kaliumrhodanid.		
1	570	0,5	0,88	2,5	Tod nach etwa $5\frac{1}{2}$ Stunden (tot aufgefunden).
2	770	0,62	0,8	3	Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden Reflexsteigerung, Streckkrämpfe beim Anfassen. Nach 4 Stunden starke tetanische Krämpfe mit Opisthotonus. Tod nach 4 Stunden 37 Minuten im Streckkrampf.
3	650	0,5	0,77	2,5	Nach $7\frac{1}{4}$ Stunden gesteigerte Reflexerregbarkeit, tetanische Bewegungen, Tod nach $\frac{1}{2}$—1 Tag.
			Natriumrhodanid.		
4	740	0,6	0,8	3	Nach 30 Minuten Streckkrämpfe beim Anfassen, nach $\frac{3}{4}$ Stunden anhaltende Streckkrämpfe. Tod nach 4 Stunden 15 Minuten.
5	570	0,35	0,6	1,75	Tod nach $\frac{1}{2}$—1 Tag in Starrkrampfstellung.
			Ammoniumrhodanid.		
6	520	0,42	0,8	2	Nach 40 Minuten beim Anfassen tetanische Streckungen. Tod nach 5 Stunden 15 Min.
7	410	0,25	0,6	1,25	Nach 2 Stunden gesteigerte Reflexerregbarkeit. Tod im Reflexkrampf beim Anfassen nach 5 Stunden 38 Minuten

Die anatomischen Befunde bei den Versuchen an Kaninchen legten die Vermutung nahe, daß es sich bei der Vergiftung von Kaninchen und Meerschweinchen durch innerliche Eingabe von Rhodansalzlösungen im wesentlichen um die Folgeerscheinungen einer starken Magenverätzung handeln könnte. Da etwaige allgemeine Wirkungen bei Einspritzung des Natriumsalzes in die Blutbahn in verstärktem Maße in die Erscheinung treten mußten, so wurde nachstehender Versuch ausgeführt.

Versuch. Kaninchen, 2600 g schwer, in leichter Paraldehydnarkose. Linke Art. carotis mit dem Gadschen Blutwellenschreiber, rechte Drosselvene mit der Einlaufbürette verbunden. In der Bürette $\frac{n}{5}$ Natriumrhodanidlösung (1,6%ig).

10^{42}—10^{44}	1.	Einlauf	2	ccm	pro	Minute	= 2	ccm	insgesamt
10^{45}—10^{49}	2.	„	1	„	„	„	= 5	„	„
10^{50}—10^{53}	3.	„	2	„	„	„	= 10	„	„
10^{55}—11^{5}	4.	„	3	„	„	„	= 15	„	„
11^{5}—11^{10}	5.	„	4	„	„	„	= 20	„	„
11^{12}—11^{16}	6.	„	5	„	„	„	= 20	„	„
11^{20}—11^{30}	7.	„	5	„	„	„	= 50	„	„
11^{30}—11^{34}	8.	„	8	„	„	„	= 32	„	„
11^{40}—11^{44}	9.	„	8	„	„	„	= 32	„	„

Innerhalb 1 Stunde liefen ein 186 ccm = 3 g Natriumrhodanid.

Digitized by Google

Sodann wurde die $\frac{n}{5}$ Natriumrhodanidlösung ersetzt durch eine $\frac{n}{2,5}$ Lösung (3,2%ig) und die intravenöse Injektion nach 12 Minuten fortgesetzt.

11^{56}—12^{1}	10. Einlauf	4 ccm pro Minute	=	20 ccm	insgesamt
12^{2}—12^{17}	11. „	5 „ „ „	=	75 „	„
12^{18}—12^{20}	12. „	9 „ „ „	=	18 „	„

Um 12^{20} tritt plötzlich Herzstillstand ein; darnach einige schnappende Atemzüge.

Es liefen in den letzten 24 Minuten ein 113 ccm = 3,6 g Natriumrhodanid, insgesamt sind innerhalb 97 Minuten eingelaufen 299 ccm Salzlösung, in denen gelöst waren 6,6 g Natriumrhodanid.

Während der Dauer des Versuches bis zum Tode zeigte das Kaninchen keinerlei Erscheinungen, die auf eine spezifische Giftwirkung hindeuteten; insbesondere zeigte der Blutdruck keinerlei Steigerung. Überhaupt wurden der Kreislauf und die Atmung in keiner Weise charakteristisch beeinflußt. Ursache des Todes war die große Menge Salzlösung (etwa 1/9 des Körpergewichts), die in 1 1/2 Stunde in die Blutbahn des Tieres eingespritzt wurde. Der Verlauf dieses Versuches erinnert in gewisser Hinsicht an das Verhalten einer anderen Thioverbindung, des Natriumthiosulfats, das bei Einspritzung in die Blutbahn gegenüber dem Natriumsulfit einen bemerkenswert hohen Grad von Ungiftigkeit zeigt[1]). Ein Einfluß auf den Kreislauf bleibt auch bei innerlicher Einverleibung einer voraussichtlich tödlichen Dosis Kaliumrhodanid beim Kaninchen aus, wie aus einem weiteren Versuch hervorgeht, bei dem einem 2600 g schweren Kaninchen 3 g in 10%iger Lösung in den Magen eingeführt wurden; die 2 Stunden nach der Eingabe begonnene und 4 1/2 Stunden lang fortgesetzte Beobachtung der mit dem Gadschen Blutwellenschreiber gezeichneten Blutdruckkurve ließ keinerlei Besonderheiten erkennen.

Im Vergleich zu anderen Salzen macht sich die Ätzwirkung bei den Rhodanalkalisalzen besonders stark bemerkbar, da hier schon bei verhältnismäßig schwacher Konzentration (2%) Mengen von etwa 0,5 g pro kg Kaninchen oder Meerschweinchen innerlich gegeben zum Tode führen, während nach Versuchen, die im pharmakologischen Laboratorium gelegentlich anderer Untersuchungen angestellt wurden, von Kochsalz oder Salpeter etwa 2,5 g pro kg in 7,5%iger Lösung dazu erforderlich sind. Da Kaninchen und Meerschweinchen infolge ihrer dünnen und verhältnismäßig wenig widerstandsfähigen Magenwand gegen Salzwirkung sehr empfindlich sind und außerdem nicht erbrechen können, so lassen die Ergebnisse der an diesen Tieren angestellten Versuche eine Verallgemeinerung nicht zu. Es mußten deshalb auch Versuche an Hunden und Katzen vorgenommen werden.

II. Versuche mit Kalium- und Ammoniumrhodanid an Hunden und Katzen.

a) Einführung von Rhodansalzlösungen in den Magen.

Bei Hunden und Katzen äußerte sich die Wirkung der Rhodansalze bei Einführung in den Magen anders als bei Kaninchen und Meerschweinchen. Die Versuche an Hunden wurden in der Weise angestellt, daß jedesmal zwei Geschwistertiere

---

[1]) Rost und Franz, Vergleichende Untersuchung der pharmakologischen Wirkungen der organisch gebundenen schwefligen Säuren und des neutralen schwefligsauren Natriums. Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte 1904, Bd. 21, S. 364.

von gleichem Gewicht, etwa 3 kg, dieselben Dosen Kaliumrhodanid, in Wasser oder Milch gelöst, erhielten und zwar zunächst absteigend Mengen von 2,0, 1,0, 0,8 und 0,5 g (Versuch 1—8). Vier Monate später wurden nochmals an den nämlichen Tieren, deren Körpergewicht inzwischen auf etwa 6 bezw. 7,5 kg gestiegen war, Gaben von 3,0, 2,0, 1,0 und 0,5 g geprüft (Versuch 9—18).

Tabelle C. Versuche an Hunden. Einführung von Lösungen von Kaliumrhodanid in Milch oder Wasser mittels Schlundsonde in den Magen.

Versuchsnummer	Protokollnummer des Hundes	Gewicht des Hundes g	Fütterungszustand	Eingeführte Menge Kaliumrhodanid g	Lösungsmittel	Konzentration der eingegebenen Lösung %	Ergebnis
1	Hund 150	2800	nüchtern	2	Milch	5	Erbrechen nach $^1/_4$ Stunde.
2	„ 151	2900	„	2	„	5	desgl.
3	„ 150	2900	gefüttert	1	„	2,5	Erbrechen nach etwa $^1/_2$ Stunde.
4	„ 151	2950	„	1	„	2,5	desgl.
5	„ 150	2950	100 ccm Milch vorher	0,8	„	4	ohne Wirkung.
6	„ 151	3000	100 ccm Milch vorher	0,8	„	4	desgl.
7	„ 150	2900	gefüttert	0,5	„	2,5	desgl.
8	„ 151	2950	„	0,5	„	2,5	desgl.
			Dieselben Hunde 4 Monate später				
9	Hund 150	6650	nüchtern	3	Milch	3	Erbrechen nach 15 Minuten.
10	„ 151	7550	„	3	„	3	Erbrechen gleich darauf.
11	„ 150	6250	gefüttert	2	„	2	Erbrechen nach etwa $^1/_2$ Stunde.
12	„ 151	7650	„	2	„	2	desgl.
13	„ 150	6000	„	1	„	1	Erbrechen nach etwa $^1/_2$ Stunde.
14	„ 151	7600	„	1	„	1	desgl.
15	„ 150	5900	vorher mit Milch gefüttert	1	Wasser	50	starkes Erbrechen gleich darauf.
16	„ 151	7500	„	1	„	50	Erbrechen nach kaum 3 Minuten.
17	„ 151	6000	gefüttert	0,5	„	0,5	ohne Wirkung.
18	„ 150	7600	„	0,5	„	0,5	desgl.

Wie aus Tabelle C hervorgeht, trat gleichmäßig bei beiden Hunden nach Eingabe 1—5%iger Lösungen mit einem Gehalt von 3, 2 und 1 g Kaliumrhodanid im Verlauf bis zu einer halben Stunde Erbrechen ein und zwar unabhängig davon, ob sie vorher gefressen hatten oder nicht, sowie von dem beträchtlichen Gewichtsunterschied in der späteren Versuchsreihe gegenüber der zuerst ausgeführten. Mengen von 0,5 und 0,8 g wurden von den Hunden reaktionslos vertragen. Bei Eingabe einer

Digitized by Google

50%igen wässerigen Lösung mit 1 g Kaliumrhodanid erfolgte das Erbrechen gleich hinterher und in größerer Heftigkeit als bei den schwachen Lösungen. Als denselben Hunden je 3 g Kaliumrhodanid mit dem Futter vermischt vorgesetzt wurden, fraßen sie nur etwa die Hälfte des Futters auf, und ungefähr 2 Stunden später stellte sich bei beiden gleichfalls Erbrechen ein, das sich bis 18 Stunden nach der Fütterung mehrmals wiederholte. In keinem der zahlreichen Versuche traten allgemeine Vergiftungserscheinungen auf, und die Hunde waren nach dem Aufhören des Erbrechens sehr bald wieder munter und freßlustig. — Über längere Zeit sich erstreckende Fütterungsversuche mit Rhodansalzen auszuführen, lag für die toxikologische Prüfung der Rhodanalkalien und bei dem Ergebnis der später zu beschreibenden Versuche anderer Autoren keine Veranlassung vor.

Da die Mengen, die von den Hunden ohne Erbrechen vertragen wurden und somit in die Säftemasse gelangen konnten, nur klein waren (0,5 u. 0,8 g), so wurde versucht durch Verwendung von verdünntem Alkohol als Lösungsmittel die Resorptionsgeschwindigkeit des Rhodansalzes zu erhöhen.

Tabelle D. Versuche an Hunden. Einführung von Lösungen von Ammoniumrhodanid in Wasser oder Milch unter Zusatz von absolutem Alkohol mittels Schlundsonde in den Magen.

Versuchsnummer	Protokollnummer des Hundes	Gewicht des Hundes kg	Fütterungszustand	Eingef. Menge Ammoniumrhodanid g	Lösungsmittel	Konzentration der eingegebenen Lösung %	Ergebnis
1	Hund 153	6,5	nüchtern	3	je 90 ccm Wasser + 10 ccm Alk. absol.	3	Erbrechen nach wenig. Minuten.
2	„ 154	5,7	„	3		3	desgl.
3	„ 153	6,5	vorher mit Milch gefüttert	3	je 90 ccm Milch + 10 ccm Alk. absol.	3	Erbrechen nach 5 Minuten.
4	„ 154	5,7	„	3		3	desgl. nach 10 Min.
5	„ 153	6,5	gefüttert	2	je 90 ccm Wasser + 10 ccm Alk. absol.	2	ohne Wirkung.
6	„ 154	5,7	„	2		2	desgl.
7	„ 153	6,5	nüchtern	2	je 90 ccm Wasser + 10 ccm Alk. absol.	2	desgl.
8	„ 154	5,7	„	2		2	Erbrechen nach 55 Minuten.
9	„ 153	6,4	„	2	je 90 ccm Milch + 10 ccm Alk. absol.	2	ohne Wirkung.
10	„ 154	5,6	„	2		2	desgl.

Wie Tabelle D zeigt, gelang es in der Tat, wenn zu 90 ccm der mit Wasser oder Milch hergestellten Lösung von Ammoniumrhodanid 10 ccm absoluter Alkohol

Digitized by Google

zugesetzt wurden, die ohne Erbrechen vertragene Menge auf 2 g Rhodansalz in 2%iger Konzentration zu steigern. Nur einmal trat bei den Versuchen mit Eingabe von 2 g der Ammoniumverbindung bei einem Hund (Versuch 8) Erbrechen ein und zwar erst nach einer Stunde. Irgendwelche Vergiftungserscheinungen wurden auch bei diesen Versuchen nicht beobachtet.

Katzen, bei denen nur wässerige Lösungen oder Lösungen in Milch zur Anwendung kamen, erbrachen, wie sich aus Tabelle E ergibt, wenn die Dosis von 1 g Kaliumrhodanid überschritten wurde.

Tabelle E. Versuche an Katzen. Einführung von Lösungen von Kaliumrhodanid in Wasser oder Milch mittels Schlundsonde in den Magen.

Versuchsnummer	Protokollnummer der Katze	Gewicht der Katze g	Fütterungszustand	Eingeführte Menge Kaliumrhodanid g	Lösungsmittel	Konzentration der eingegebenen Lösung %	Ergebnis
1	Katze 1	1170	nüchtern	1	Wasser	4	ohne Wirkung.
2	„ 2	1350	gefüttert	2	„	8	Erbrechen nach 3 Stunden.
3	„ 1	1275	nüchtern	3	„	12	Erbrechen nach etwa 1/2 Stunde. Tod aus anderer Ursache zwisch. 2 1/2 u. 3 Tagen.
4	„ 3	1600	gefüttert	3	„	12	Erbrechen nach einigen Minuten.
5	„ 4	(mittelgroß)	„	3	„	12	Erbrechen nach 13 Minuten.
6	„ 3	1780	„	3	Milch	4,25	Erbrechen nach 18 Minuten.
7	„ 2	1290	„	3	„	3	Erbrechen gleich n. Eingabe.
8	„ 4	(mittelgroß)	„	3	„	6	Erbrechen gleich n. Eingabe (die sehr ungebärdg. Katze stirbt 5 Minuten nach der Eingießung inf. Strangulation b. Festhalten).

Sie vertrugen also ein wenig mehr als Hunde, bei denen die Grenzdosis in den gleichartigen Versuchen bei 0,8 g lag. Bei den Erbrechen erregenden Gaben hatte die Konzentration der Lösung, die zwischen 3 und 12% schwankte, keinen Einfluß auf die Schnelligkeit des Eintritts der Wirkung. In einigen Fällen erfolgte das Erbrechen gleich nach der Einführung der Lösung, in anderen erst 1/4 bis 1/2 Stunde später. Irgendwelche Symptome, die auf eine resorptive (allgemeine) Giftwirkung des Kaliumrhodanids hindeuteten, wurden nicht wahrgenommen. Der Tod der Katze Nr. 1 in Versuch 3 kann, da gleichzeitig eine nicht erklärbare Lähmung der einen Pfote eingetreten war, nicht auf das eingegebene Kaliumrhodanid zurückgeführt werden. Bei der Sektion fand sich im Magen im Kardiateil an der großen Kurvatur eine mit

Digitized by Google

blutigem Schorf bedeckte Verätzung der Schleimhaut von der Größe eines Markstückes und eine zweite etwas kleinere im Pylorusteil. Wie stark ätzend die Rhodansalze auf die Magenschleimhaut auch beim Fleischfresser wirken, wenn nicht durch Erbrechen ihre schleunige Entfernung aus dem Magen erfolgt, das zeigt abgesehen von dem eben erwähnten Sektionsbefund bei der Katze Nr. 1 der Versuch 8. Bei der hier verwendeten Katze Nr. 4 wurden bei der Sektion in der Magenschleimhaut große Substanzverluste und zahlreiche Blutaustritte bei starker Hyperämie der unversehrten Schleimhautpartien gefunden, und die Gefäße des Duodenums traten infolge starker Füllung mit Blut sehr deutlich hervor. Bei diesem Tier, welches infolge Erstickung nur wenig erbrochen hatte, waren gewissermaßen die Verhältnisse wie bei der pharmakologisch viel geübten Unterbindung des Ösophagus eingetreten: Die Ätzwirkungen konnten hier besonders deutlich zur Geltung kommen. Die Katzen Nr. 2 und 3 wurden, nachdem sie gleichfalls 3 Kaliumrhodanid erhalten hatten, am Tage nach dem Versuch mit Chloroform getötet. Bei beiden Tieren, die stark erbrochen hatten, wurden im Magen und Darm keinerlei Anzeichen von Entzündung wahrgenommen.

b) Einführung von Rhodansalzlösungen bei Hunden per rectum.

Außer den bisher beschriebenen Versuchen wurden noch solche angestellt, bei denen das Rhodansalz Hunden in den Mastdarm eingeführt wurde. Die Lösungen wurden mittels eines etwa 25 cm weit eingeführten Darmrohres einlaufen gelassen; durch geeignete Vorsichtsmaßregeln (Abklemmen und Befestigen des im Darm belassenen Rohres mit Gazebinden usw.) wurde dafür Sorge getragen, daß die Lösungen längere Zeit, zum mindesten 10 Minuten, im Darm verblieben. Eine Übersicht über diese Versuche ist in Tabelle F gegeben.

Tabelle F. Versuche an Hunden. Einführung wässeriger Lösungen von Kaliumrhodanid per rectum.

Versuchsnummer	Protokollnummer des Hundes	Gewicht des Hundes g	Eingeführte Menge Kaliumrhodanid g	Konzentration der eingeführten Lösung %	Ergebnis
1	Hund Nr. 155	5700	1	5	Ohne Wirkung.
2	„ „ 153	5850	5	7	Keine Vergiftungserscheinungen, Erbrechen, Mattigkeit.
3	„ „ 154	5350	5	10	Keine Vergiftungserscheinungen, Erbrechen.

Etwa 10—15 Minuten nach dem Einlauf traten heftige Darmbewegungen auf, wodurch ein Teil der Lösung zusammen mit flüssigem Kot wieder herausgepreßt wurde. Im Versuch 1 mit 1 g Kaliumrhodanid wurden keinerlei Vergiftungssymptome noch Störungen im Befinden oder in der Freßlust bemerkt. In den beiden Versuchen mit 5 g kam es als Folge der durch die Rhodansalzlösung hervorgerufenen Darmreizung zur Entleerung von breiigem und flüssigem Kot, dem bei Hund 153 (Versuch 2) Blut beigemischt war; auch erbrachen beide Hunde mehrmals. Beide Hunde

waren einige Stunden lang matt, erholten sich aber bald wieder vollkommen. Allgemeine Vergiftungserscheinungen konnten auch bei dieser Versuchsanordnung nicht festgestellt werden.

c) Einspritzung von Rhodansalzlösungen unter die Haut und in die Blutbahn bei Hunden.

Subkutane Injektion von 1 g Kaliumrhodanid in wässeriger Lösung bei 3 Hunden hatte, wie die in Tabelle G aufgeführten Versuche zeigen, gleichfalls keinerlei toxische Symptome zur Folge.

Tabelle G. Versuche an Hunden. Einspritzung wässeriger Lösungen von Kaliumrhodanid unter die Haut.

Versuchsnummer	Protokollnummer des Hundes	Gewicht des Hundes g	Eingespritzte Menge Kaliumrhodanid g	Konzentration der eingespritzten Lösung %	Ergebnis
1	Hund Nr. 155	5700	1	50	Keine Vergiftungserscheinungen, Abszeßbildung an der Injektionsstelle.
2	„ „ 150	6200	1	2	Keine Vergiftungserscheinungen.
3	„ „ 151	7800	1	2	Desgl.

Während aber die Einspritzung 2%iger Lösungen auch lokal reaktionslos vertragen wurde, trat nach der 50%igen Lösung an der Injektionsstelle ein geschwüriger Gewebszerfall ein, so daß der Hund getötet werden mußte.

Auch durch intravenöse Injektion von Natriumrhodanid in Menge von 0,25—5 g ließen sich bei Hunden keine Vergiftungserscheinungen hervorrufen. Eine Zusammenstellung dieser Versuche findet sich in Tabelle H.

Tabelle H. Versuche an Hunden. Einspritzung wässeriger Lösungen von Natriumrhodanid in die Blutbahn.

Versuchsnummer	Protokollnummer des Hundes	Gewicht des Hundes	Eingespritzte Menge Natriumrhodanid g	Konzentration der eingespritzten Lösung %	Ergebnis
1	Hund Nr. 151	etwa 8 kg	0,25	25	Ohne Wirkung.
2	„ „ 151	„ 8 „	0,5	50	desgl.
3	„ „ 150	„ 6 „	0,5	50	desgl.
4	„ „ 150	„ 6 „	1	25	desgl.
5	„ „ 150 (Injektion in Chloroform-Narkose)	„ 6 „	5	10	desgl.

Die Einspritzung wurde bei den Versuchen 1—4 (0,25—1 g) in eine Unterschenkelvene vorgenommen; in Versuch 5 war der Hund mit Chloroform schwach betäubt, und die verhältnismäßig große Menge von 5 g Natriumrhodanid in 50 ccm Wasser wurde innerhalb 2 Minuten in eine Drosselvene einlaufen gelassen.

Digitized by Google

Sowohl bei Kaninchen und Meerschweinchen als auch bei Hunden und Katzen wurden wiederholt spektroskopische Untersuchungen des Blutes vorgenommen, doch ließen sich Abweichungen vom normalen Spektralbild in keinem Falle auffinden.

Gegenüber dem eindeutigen Ergebnis der im vorstehenden beschriebenen toxikologischen Versuche bedürfen die in der Literatur hinsichtlich der toxikologischen Beurteilung der Rhodanalkalisalze vorhandenen Widersprüche der Aufklärung. Diese Angaben sind teils darauf zurückzuführen, daß Schlüsse aus einer zu kleinen Zahl von Versuchen gezogen worden sind, teils darauf, daß man sich allein auf Versuche an Kaninchen gestützt hat, die, wie die geschilderten Versuche von neuem zeigen, nicht ohne weiteres auf die Verhältnisse beim Menschen übertragen werden können, oder darauf, daß man die Wirkungsstärke und Giftigkeit der Rhodanide ganz im allgemeinen aus Versuchen mit Einspritzung hochkonzentrierter Lösungen in die Blutbahn von Tieren abgeleitet hat. So sind die ausführlichen Versuche mit intravenöser Einspritzung 10 bezw. 20%iger Natriumrhodanidlösungen von Paschkis[1]), auf die in neuerer Zeit vielfach das Urteil über die Giftigkeit der Rhodansalze gestützt worden ist, nur von wissenschaftlichem Interesse. Bei einem großen Kaninchen sah er nach intravenöser Injektion von 0,6 g Natriumrhodanid in 10%iger Lösung (6 ccm) nach einer Stunde unter Steigerung der Reflexerregbarkeit Streckkrämpfe mit Muskelzittern auftreten, die im weiteren Verlauf zunahmen und am zweiten Tage den Tod des Tieres in gestreckter Körperhaltung herbeiführten. Bei Hunden beobachtete Paschkis nach Einspritzung von 1 g Natriumrhodanid in 20%iger Lösung (5 ccm) eine längere Zeit anhaltende Blutdrucksteigerung, und er gibt an, daß es ihm gelang, nach Zufuhr genügender Mengen Stillstand des Herzens bei bis zum Tode des Tieres erhöhtem Blutdruck zu erzielen. Der von uns angestellte und im vorstehenden bereits beschriebene Versuch mit Einspritzung einer Natriumrhodanidlösung in die Blutbahn eines Kaninchens, wobei erheblich größere Mengen Rhodansalz (6,6 g bis zum Tode des Tieres) aber in schwächeren Konzentrationen (1,6 und 3,2%) und bei langsamer, im einzelnen genau angegebener Einlaufszeit eingeführt wurden, verlief ohne jede Anzeichen von Krämpfen und ohne daß eine Änderung im Blutdruck eintrat; ebenso blieb, wie bereits erwähnt, der Blutdruck unbeeinflußt bei einem vom Magen aus mit einer tödlichen Dosis Kaliumrhodanid vergifteten Kaninchen.

Soweit Versuche mit Angabe von Zahlen in Betracht kommen, scheint nur Albert[2]) tödliche Wirkungen nach Einverleibung von Rhodansalzen beobachtet zu haben. Kaninchen gingen nach Einführung von 2 g Kaliumrhodanid in den Magen unter starker Abmagerung innerhalb einer Woche zugrunde. Diese Gabe von 2 g pro Tier dürfte ungefähr mit der von uns gefundenen tödlichen Dosis von 0,5 g pro kg Tier übereinstimmen. Im übrigen zeigen die Untersuchungen von Pollak[3]),

---

[1]) Über die Wirkung des Rhodannatriums auf den tierischen Organismus. Medizinische Jahrbücher 1885, S. 530.

[2]) The sulpho-cyanide of potassium in saliva. The Lancet 1898, II, S. 494.

[3]) Über das Schicksal der Rhodanate im tierischen Organismus. Beiträge zur chem. Physiol. und Pathol. 1902, Bd. 2, S. 429.

Edinger und Treupel[1]) sowie von De Souza[2]), daß bei Hunden nach einmaliger Einführung selbst recht beträchtlicher Mengen von Rhodanalkalisalzen in den Magen, unter die Haut oder in die Blutbahn ebensowenig Giftwirkungen auftreten, wie Edinger und Treupel bei wiederholter Zufuhr kleiner Mengen an Hunden und auch an Kaninchen solche haben feststellen können. Die letztgenannten Forscher brachten Kaninchen monatelang subkutan und innerlich tägliche Mengen von 0,1 g Natriumrhodanid und Hunden wochenlang mit dem Futter täglich 1 g desselben Salzes bei. Pollak spritzte Mengen von 0,22 bezw. 0,5 g Natriumrhodanid Kaninchen im Gewicht von 1,4 bezw. 1,7 kg unter die Haut, führte einem Hund von 9 kg 1 g in den Magen ein und injizierte Dosen von 1—1,44 g Kaliumrhodanid und 0,5 g Ammoniumrhodanid 6,3—8,9 kg schweren Hunden subkutan. De Souza endlich brachte Mengen von 2,5—5 g Natriumrhodanid Hunden von 6,4—14,9 kg Körpergewicht mit dem Futter bei und spritzte 50 ccm einer 5%igen Natriumrhodanidlösung (= 2,5 g Salz) einem 6,5 kg schweren und 100 ccm derselben Lösung einem doppelt so schweren Hund in die Blutbahn ein.

Die von verschiedenen Autoren an Fröschen ausgeführten Versuche können als Grundlage für die toxikologische Beurteilung der Rhodansalze außer Betracht bleiben, da ihre Ergebnisse unter sich in Widerspruch stehen. Es sind allerdings bisweilen auch krampfartige Wirkungen beschrieben worden, diese sind aber aus den Versuchen an Meerschweinchen und Kaninchen hinreichend bekannt. Auch haben die Froschversuche die Frage nach dem Wesen der Giftigkeit der Rhodanide nach keiner Richtung hin geklärt.

Auch die einschlägigen Versuche und Beobachtungen an Menschen lassen erkennen, daß die Rhodanalkalisalze nicht zu den eigentlichen Giften gerechnet werden dürfen. So hat Bruylants[3]) mehrmals zu Versuchszwecken 0,1—0,2 g Ammoniumrhodanid ohne üble Folgen gegeben und Edinger und Treupel haben täglich Mengen von 0,1—0,5 g Natriumrhodanid, Villain[4]), Hausmann[5]) und A. Mayer[6]) sogar Tagesdosen von 1 g dieses Salzes ihren Versuchspersonen verabreicht, ohne daß irgendwelche Störungen wahrgenommen wurden; nur in ganz vereinzelten Fällen wurde über ein leichtes Brennen im Magen geklagt. Auch Pauli[7]), der, wie eingangs erwähnt, Mengen bis zu 1 g pro Tag zu therapeutischen Zwecken verabfolgte, hat selbst nach monatelanger Verordnung keinerlei Beschwerden beobachtet. Pollak[8]) hat bei

[1]) Untersuchungen über Rhodanverbindungen. Münch. med. Wochenschr. I. Mitteil. 1900, I, S. 717. II. Mitteil. 1901, II, S. 1515.

[2]) On the elimination of sulphocyanates from the blood, and their supposed formation in the salivary glands. The journal of physiology 1906/07. Bd. 35, S. 332.

[3]) Origine de l'acide sulfocyanique dans l'organisme animal. Bull. de l'acad. royale de médicine de Belgique. 1888. 4. Folge, Bd. 2, S. 147.

[4]) A. a. O.

[5]) Über die Beeinflussung der Azidität des Harnes durch Rhodanverbindungen. Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1902, Bd. 74, S. 207.

[6]) Über den Einfluß von Rhodanverbindungen auf den Stoffwechsel. Ebenda 1904, Bd. 79, S. 194.

[7]) A. a. O.

[8]) A. a. O.

Digitized by Google

einem Selbstversuch sogar die Menge von 2,2 g eingenommen, ohne irgendwie zu erkranken.

Es finden sich jedoch in der Literatur auch einige zum Teil tödlich verlaufene Vergiftungsfälle vermerkt. So soll nach einer Angabe von Kobert[1]) eine Frau nach Einnahme von 0,3 g Ammoniumrhodanid unter Krämpfen und Steifigkeit der Arm- und Kiefermuskeln nach 28 Stunden gestorben sein. Da eine nähere Beschreibung fehlt, so muß es unentschieden bleiben, ob hier das Rhodansalz wirklich den Tod verursacht hat. Mit den experimentellen Feststellungen und den sonstigen Erfahrungen über die Wirkung der Rhodanide, insbesondere auch mit dem neuerdings von Adler[2]) veröffentlichten Fall, ist der genannte Fall aber nicht in Einklang zu bringen. Bei der von Adler beschriebenen Vergiftung hatte ein 24jähriger Mann eine Lösung von 30 g Ammoniumrhodanid in 200 ccm Wasser getrunken. Nach $^1/_4$ Stunde stellte sich Erbrechen ein, das sich 6 Stunden später, nachdem der Mann inzwischen geschlafen hatte, wiederholte. Bei der nunmehr folgenden ärztlichen Behandlung wurde, da der Patient eine Magenspülung nicht dulden wollte, durch ein Brechmittel (Kupfersulfat) für eine weitere Entleerung des Magens gesorgt. Während einer 14tägigen Beobachtungsdauer in der Klinik traten keine wesentlichen Krankheitserscheinungen auf; insbesondere war die Herztätigkeit und der Puls stets normal. Im Harn konnte Rhodan qualitativ 12 Tage lang nachgewiesen werden, während die Stuhlentleerungen stets frei davon befunden wurden. Es ist noch zu erwähnen, daß der Patient angab, vom Tage nach der Vergiftung ab etwa zwei Tage lang die Farbe seines eigenen Körpers und anderer Personen ockergelb gesehen zu haben; die daraufhin vorgenommene genaue Funktionsprüfung der Augen zeigte aber vollkommen normale Verhältnisse. In einem weiteren Fall, über den Lesser[3]) berichtet und bei dem es sich um den Selbstmord eines 58jährigen Mannes handelte, trat nach 10 Stunden der Tod ein. Die in Bier eingenommene Menge Kaliumrhodanid ist nicht bekannt. Bei der Sektion fanden sich in der Schleimhaut des Magengrundes Blutaustritte und Ätzungen, die bis zur Muskularis in die Tiefe gingen; in der Gegend des Pförtners erwies sich die Schleimhaut als stark geschwollen und teilweise blutig infiltriert.

Mit der Tatsache, daß eine Abspaltung von Blausäure im Organismus nicht beobachtet wird, stimmen die neueren Feststellungen von Pollak[4]), wonach die Rhodanalkalisalze — entgegen den Angaben von Bruylants[5]) und Lang[6]) — im wesentlichen unangegriffen den tierischen und menschlichen Organismus durchlaufen, überein. In biologischer Hinsicht ist es interessant, daß der Körper aus der außer-

---

[1]) A. a. O.

[2]) Über Vergiftung mit Rhodanammonium. Deutsch. Arch. f. klin. Med. 1911, Bd. 102, S. 606. (Referat über einen gleichlautenden Vortrag in der Münch. med. Wochenschr. 1910, II, S. 1621.)

[3]) Über die Verteilung einiger Gifte im menschlichen Körper. Vierteljahrsschr. f. ger. Med. u. öffentl. Sanitätswesen. 1898, 3. Folge, Bd. 16, S. 97.

[4]) A. a. O.

[5]) A. a. O.

[6]) Über die Umwandlung des Azetonitrils und seiner Homologen im Tierkörper. Arch. f. exper. Pathol. und Pharmak. 1894, Bd. 34, S. 247.

Digitized by Google

ordentlichen Beständigkeit der Rhodanverbindungen Nutzen zieht, indem er bei Vergiftung mit Blausäure oder Nitrilen einen Teil dieser höchst giftigen Stoffe durch Überführung in Rhodanide unwirksam macht. Auch ist durch die schwere Angreifbarkeit der Rhodanverbindungen im Organismus dafür gesorgt, daß die normalerweise im Speichel des Menschen vorhandenen kleinen Mengen, die durch den Eiweißstoffwechsel gebildet werden, ohne jeden Schaden für den Menschen sind.

Das Ergebnis unserer im vorstehenden beschriebenen toxikologischen Versuche läßt sich folgendermaßen zusammen fassen: Die Rhodanalkalisalze haben bei den untersuchten Tierarten weder eine auf Abspaltung von Blausäure noch auf das Rhodanion zu beziehende Wirkung ausgeübt. Im wesentlichen lassen sich die zur Beobachtung gelangten Erscheinungen auf „Salzwirkung“ zurückführen. Die Rhodanide können daher nicht als Gifte im eigentlichen Sinne bezeichnet werden.

Digitized by Google

Untersuchungen über die Wirkung brandsporenhaltigen Futters auf die Gesundheit der Haustiere.

Von

Professor **Dr. Zwick**, Regierungsrat im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Dr. Fischer, Kgl. Sächs. Stabsveterinär, früher kommandiert zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Winkler[1]), Kgl. Sächs. Stabsveterinär, kommandiert zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Es ist eine namentlich in landwirtschaftlichen Kreisen weit verbreitete Ansicht, daß der Genuß von Futter, das mit Brandsporen behaftet ist, die Gesundheit unserer Haustiere zu schädigen vermöge. Eine Reihe von Beobachtungen aus der Praxis scheint diese Ansicht zu erhärten. Der wissenschaftlichen Untersuchung hat sie aber nicht Stand halten können; denn die an größeren Haustieren angestellten Fütterungsversuche haben fast ausnahmslos ergeben, daß das brandsporenhaltige Futter ohne Nachteil ertragen wurde. Nun läßt sich zwar einwenden, daß solche Versuche in zu geringer Zahl vorgenommen worden seien, um beweiskräftig zu sein. Andererseits ist aber zu beachten, daß die in der Literatur niedergelegten Beobachtungen von angeblichen Brandsporenvergiftungen bei Haustieren nicht einwandfrei sind; denn in allen Fällen vermißt man die schlüssige Beweisführung und namentlich den hinreichenden Ausschluß anderer Ursachen. Auffällig ist auch die in der Praxis beobachtete angebliche Ungleichartigkeit der Wirkung des brandsporenhaltigen Futters. Recht zahlreich sind nämlich die Mitteilungen aus der Praxis, wonach das an Tiere eines Bestandes verabreichte brandpilzbesetzte Futter die schwere Erkrankung eines Teiles der Stallinsassen nach sich gezogen haben soll, während der andere vollständig verschont blieb. Bei diesem Stande der Erfahrung und Wissenschaft konnte die Frage, ob der Genuß brandpilzbefallenen Futters die Gesundheit unserer Haustiere zu beeinträchtigen vermöge, keineswegs als endgültig gelöst betrachtet werden. Es bedurfte dazu vielmehr noch weiterer experimenteller Untersuchungen, von denen allein eine Entscheidung zu erwarten war.

Die Zahl der bekannten Brandpilze ist eine recht große; praktisch kommen indessen als Schmarotzer an Futterpflanzen nur in Betracht:

1. Gattung Tilletia (T. tritici Wint.; T. laevis Kühn).
2. Gattung Ustilago (U. hordei (Pers.) Kell. et Sw.); (U. tritici (Pers.) Jensen); (U. avenae (Pers.) Jensen); (U. laevis (Kell. et Sw.) Magnus); U. nuda (Jens.) Kell et Sw.; (U. maydis (DC.) Tul.).
3. Gattung Urocystis (U. occulta (Wallr.) Rabenh.).

[1]) Stabsveterinär Winkler ist nach Ablauf des Kommandos von Stabsveterinär Dr. Fischer an dessen Stelle getreten.

Digitized by Google

Von diesen Brandpilzen gilt allgemein Tilletia tritici, der Stein-, Schmier- oder Stinkbrand als der schädlichste; er befällt vornehmlich Weizen, Dinkel, Einkorn und Emmer. Die mit Tilletia tritici infizierten Körner der genannten Getreidearten erscheinen breiter, kürzer, bauchiger und leichter als die gesunden. Ihre graubraune, leicht zerdrückbare Schale enthält an Stelle von weißem Mehl eine schwarze, anfangs schmierige, später trockene, eigentümlich nach Heringslake riechende Masse, die Brandsporen. Sie gelangen beim Mahlen des Getreides in Mehl und Kleie, haften auch der Spreu und dem Stroh an und werden mit diesen Futtermitteln von unseren Haustieren aufgenommen.

Nach den einschlägigen Mitteilungen in der Literatur sollen Pferde, Rinder, Schafe, Ziegen und Schweine für die Brandpilzvergiftung empfänglich sein.

Als Folgen der Aufnahme von Futter, das die Sporen von Tilletia tritici enthält, werden Krankheitserscheinungen mannigfacher Art angegeben. Verhältnismäßig häufig wird über Reizungs- und Entzündungszustände der Verdauungsorgane berichtet. Die angeblich infolge Genusses von brandsporenhaltigem Futter erkrankten Tiere sollen verminderte Freßlust oder gleich von Anfang an vollständige Appetitlosigkeit gezeigt haben. In einem von Köpke mitgeteilten Falle traten Kühe gleich nach der Aufnahme brandsporenhaltigen Futters von der Krippe zurück, schüttelten die Köpfe, schwankten hin und her und brachen plötzlich zusammen. Über vorübergehendes starkes Aufblähen wird öfters, andererseits aber auch über Einfallen der Flanken, sogenannte Pansenleere, berichtet. Schmerzen im Hinterleibe, die durch Druck auf die Bauchwandung erheblich gesteigert werden konnten, veranlaßten nach Weißkopfs Mitteilungen die Tiere zu lautem Stöhnen. Plötzliche, heftige, von Brüllen begleitete Kolikanfälle hat Eckmeyer bei Rindern wahrgenommen, die brandsporenhaltiges Futter gefressen hatten. Einige Tierärzte stellten als Vergiftungserscheinungen unterdrückte Rumination und Peristaltik fest, andere berichten über verzögerten, zuweilen mit Drängen (Tenesmus) einhergehenden Abgang von hartem, trockenem, mit Schleim überzogenem Kot, wieder andere sahen auf anfängliche Verstopfung Durchfall folgen oder verzeichneten das Auftreten heftiger Diarrhöen gleich zu Beginn der Erkrankung, die auf die Aufnahme brandsporenhaltigen Futters zurückgeführt wurde. Endlich wird über zahlreiche Fälle von angeblicher Brandpilzvergiftung berichtet, in denen der Verdauungsapparat überhaupt keine Störungen erkennen ließ. Neben Reizwirkungen auf die Schleimhaut des Verdauungsapparates sollen die Brandpilze nach den in der Literatur niedergelegten Beobachtungen vor allem eine lähmende Wirkung auf das Schlingzentrum und das Rückenmark ausüben. Die nach Genuß brandsporenhaltigen Futters erkrankten Tiere sollen infolge einer Lähmung des Schlundkopfes und des Schlundes Speichelfluß zeigen und anhaltende Kaubewegungen ausführen; sie sollen das vorgelegte Futter ergreifen und unter reichlicher Speichelabsonderung kauen, erfolglose Schluckbewegungen ausführen und endlich den Bissen wieder aus dem Maule fallen lassen.

Herele und Kögl beschreiben als Vergiftungserscheinungen andauernde Kau- und Ruminationsbewegungen, ohne daß bei den Tieren ein Futterbissen im Maule war. Als weitere Vergiftungssymptome werden Unsicherheit in der Bewegung bei vielfach

völlig freier Psyche angegeben, sowie Schwäche, Schwanken und Taumeln beim Gehen, Zusammenbrechen und Umfallen, ferner ausgedehnte motorische und sensible Lähmungen, infolge deren die Tiere bewegungs-, hilfs- und teilnahmslos am Boden liegen blieben. In der Regel sollen diese Erscheinungen mit einer Schwäche der Nachhand beginnen, und daran anschließend soll zunächst eine Paralyse der Hinterextremitäten und später des ganzen Körpers eintreten. Im Zusammenhange mit diesen Lähmungserscheinungen sind auch Zwangshaltungen einzelner Körperteile, wie Dorsalflexion des Kopfes, seitliche Verdrehung des Halses und Verkrümmung des Rückens gesehen worden, ferner wurden Muskelzuckungen an verschiedenen Körperteilen und Zähneknirschen, endlich allgemeine Apathie und auffallend rasche Abmagerung beobachtet.

Temperatur, Puls- und Atemfrequenz werden in verschiedenen Fällen als vollständig normal angegeben, in anderen soll Fieber bis zu 41° C., frequenter Puls mit pochendem Herzschlag und Dyspnoë bestanden haben. In vereinzelten Fällen wird über tracheales Rasseln, Husten, Schwellung der Augenlider, Tränenfluß und Mydriasis, Harndrang und Polyurie, Scheidenausfluß und unterdrückte Milchsekretion als Erscheinungen der Brandpilzvergiftung berichtet. Mehrfach wurde bei trächtigen Tieren als Folge der in Rede stehenden Vergiftung Abortus angegeben.

Nach den vorliegenden Beschreibungen sollen die Brandpilzvergiftungen in der Regel plötzlich sowie meistens bei mehreren Tieren gleichzeitig eintreten und entweder mit dem Tode oder mit Genesung endigen. Die Krankheitsdauer soll in einzelnen schweren, tödlich verlaufenden Fällen nur einen Tag betragen haben; häufiger wurde jedoch der tödliche Ausgang erst nach zwei bis zwölf Tagen beobachtet. Bei Erkrankungen, die nicht tödlich verliefen, nahm die Genesung vielfach längere Zeit in Anspruch.

Die Sektion von angeblich an Brandpilzvergiftung eingegangenen Tieren lieferte besonders in den Fällen, in denen während des Lebens nur nervöse Erscheinungen hervorgetreten waren, einen wenig charakteristischen oder völlig negativen Befund.

Im übrigen fand sich verhältnismäßig häufig eine Erkrankung der Schleimhaut des Digestions- und Respirationsapparates, die sich in einer Entzündung der Maul-, Rachen-, Schlund-, Nasen-, Kehlkopf-, Tracheal- und Bronchialschleimhaut zu erkennen gab. Öfters wurden Blutungen und Erosionen in der Schleimhaut des Labmagens beobachtet. Der Darminhalt war in einem Teile der Fälle dünnflüssig, wässerig oder blutig und sehr übelriechend. Neben Rötung und Schwellung der Darmschleimhaut wurde auch eine rußige Verfärbung der Dünndarmschleimhaut („Aalhaut") gefunden. Als Befunde an der Scheide werden Rötung sowie kleine Erosionen ihrer Schleimhaut verzeichnet.

Von weiteren Ergebnissen der Sektion wären nach den Angaben der Literatur zu erwähnen eine starke Injektion der Gehirn- und Rückenmarksgefäße, seröse Durchtränkung der weißen und grauen Substanz, braunrote Verfärbung der Muskulatur, Blutungen unter dem Epikard, Herzhypertrophie, trübe Schwellung und Verfettung der großen Körperparenchyme, dünnflüssige Beschaffenheit und schwarzrote Färbung des Blutes, blutiges Transsudat in der Bauchhöhle, Lungenhyperämie, Lungenödem und Lungenemphysem. Wie Berndt mitteilt, sollen in einem Falle Tilletiasporen auch eine eitrige Bronchitis beim Schweine hervorgerufen haben.

Digitized by Google

Die meisten in der Literatur verzeichneten Brandpilzvergiftungen werden auf Tilletia tritici zurückgeführt; in einzelnen Fällen sind Ustilago Carbo, Ustilago maydis und Ustilago longissima als Erreger beobachteter Erkrankungen bezeichnet worden.

Wie aus der mitgeteilten Übersicht über die in der Literatur als „Brandpilzvergiftungen" gedeuteten Krankheitsfälle hervorgeht, entbehrt das Krankheits- und Sektionsbild der Einheitlichkeit. In dem einen Falle sind Anzeichen einer hochgradigen Magen- und Darmentzündung zugegen gewesen, während solche im anderen vollständig fehlten. Bald sollen Brandsporen Lähmungserscheinungen des Zentralnervensystems, bald Kontraktionen des Uterus auszulösen imstande gewesen sein. Einmal soll die Krankheit einen sehr raschen und fieberhaften Verlauf genommen haben, während sie sich das andere Mal auf mehrere Tage erstreckte bei vollständigem Fehlen von Fiebererscheinungen. Diese Verschiedenheit im Krankheits- und dementsprechend auch im Sektionsbilde sowie die Tatsache, daß schon sehr häufig nachweislich Brandsporen enthaltendes Futter ohne jeglichen Nachteil an Haustiere verfüttert worden ist, waren dazu angetan, Zweifel an der Richtigkeit der Deutung der als „Brandpilzvergiftung" bezeichneten Krankheitsfälle aufkommen zu lassen und gaben die Veranlassung, daß Fütterungsversuche mit Brandsporen zur Klärung der Sachlage angestellt wurden.

Der erste, der solche Versuche ausführte, war Pusch. Dieser verfütterte Weizen, der sehr viele Brandsporen enthielt, an zwei alte Pferde, zwei Rinder, vier Schafe, zwei Ziegen, zwei Schweine, einen Hund, zwei Kaninchen, zwei weiße Mäuse, vier Hühner und zwei Sperlinge.

Die eine der Versuchsziegen Puschs verweigerte zeitweise die Futteraufnahme, nahm viel Wasser zu sich und setzte übelriechenden, weichen Kot ab. Der Nährzustand des Tieres verminderte sich erheblich. Bei einem der Versuchsschafe wurden die nämlichen Krankheitserscheinungen beobachtet. Auch das eine der beiden Versuchspferde entleerte vorübergehend übelriechenden Kot.

Die von Pusch in seinen Versuchen benutzten weißen Mäuse verendeten wenige Tage nach Beginn des Versuches an einer blutigen Magen-Darmentzündung, ebenso ein Huhn und die beiden Sperlinge.

Pusch zieht aus seinen Versuchen den Schluß, daß Pferde, Rinder, Schafe, Ziegen und Schweine längere Zeit hindurch verhältnismäßig sehr große Mengen brandigen Materials ohne nennenswerte Nachteile aufnehmen können. Den bei einer Ziege, einem Schafe und einem Pferde beobachteten Krankheitserscheinungen mißt Pusch keine wesentliche Bedeutung bei. Er hält auf Grund seiner Versuche die Brandsporen nicht für so giftig, wie dies von anderer Seite geschieht, da sonst alle seine Versuchstiere hätten erkranken und zugrunde gehen müssen.

Weiterhin stellte Pusch noch Versuche bei trächtigen Tieren, einem Schaf, einer Ziege, zwei Kaninchen und sechs Meerschweinchen an; von den Meerschweinchen haben fünf abortiert.

Pusch hält es auf Grund dieses Versuchsergebnisses für nicht ausgeschlossen, daß Brandsporen Abortus hervorrufen können, zumal da die zu seinen Versuchen benutzten Brandsporen aus einer Wirtschaft stammten, wo unter 96 Kühen 6 abortiert hatten.

Albrecht verfütterte gleichfalls Brandweizenmaterial an trächtige Tiere, und zwar an ein trächtiges Schaf und fünf trächtige Ziegen. Aus seinen Versuchen leitet er den Schluß ab, daß selbst viel größere Mengen von Brandweizen, als sie unter den gewöhnlichen Verhältnissen aufgenommen werden, bei den kleinen Wiederkäuern weder Abortus noch sonstige Störungen ihres Gesundheitszustandes herbeiführen.

v. Tubeuf verabreichte einer Taube während der Dauer von acht Tagen ausschließlich Brandsporen; sie zeigte während dieser Zeit keinerlei Gesundheitsstörungen. Ein Rind, zu dessen Futter Weizen-Steinbrandsporen beigemengt wurden, reagierte zunächst nicht, bei Wiederholung des Versuches soll es etwas Diarrhöe gezeigt haben.

Später stellte v. Tubeuf noch weitere Fütterungsversuche an, hauptsächlich zur Lösung der Frage, ob Brandsporen, die den Darmkanal des Rindes passiert haben, unverminderte Keimfähigkeit besitzen. Zwei Rinder erhielten je 10 g Brandsporen, ein Bulle 100 g reines Weizen-Steinbrandpulver; an ein Pferd und einen Bullen wurden an zwei Tagen je 50 g Steinbrand-, 30 g Haferbrand- und 30 g Panicum- bezw. Setariabrandpulver verfüttert, ohne daß eine Gesundheitsstörung eintrat. Endlich ergaben Versuche, die v. Tubeuf anstellte, daß die Verfütterung von Steinbrand auch bei dem Geflügel und den kleinen Nagetieren keine Schädigung hervorruft.

Appel und Koske haben Versuche mit Sporen des Steinbrandes bei vier Schweinen, zwei Hühnern und einer Taube angestellt. Sämtliche Tiere ertrugen große Mengen Steinbrandsporen ohne irgend welche Schädigung. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, daß in Fällen einer ungünstigen Futterwirkung der Nachweis des Vorhandenseins von Brandsporen nicht als genügende Erklärung für die Schädlichkeit eines solchen Futters angesehen werden kann.

Obwohl sich nun aus diesen Versuchen Schlüsse auf eine schädliche Wirkung der Brandsporen nicht ziehen lassen, so sprechen sie doch andererseits nicht unbedingt dagegen. Namentlich läßt sich aus den von Pusch mitgeteilten Versuchen die völlige Unschädlichkeit brandsporenhaltigen Futters nicht ohne weiteres ableiten; denn bei verschiedenen Versuchstieren hatten sich Erscheinungen eines Magen- und Darmkatarrhes und bei Meerschweinchen Abortus eingestellt.

Der Verband landwirtschaftlicher Versuchsstationen im Deutschen Reich hat in seiner XXIV. Hauptversammlung, die in Dresden stattgefunden hat, über die Begutachtung des Befundes von Brandsporen in Kleie verhandelt. Hierbei wurden die bisher mit Brandsporen angestellten Fütterungsversuche als nicht ausreichend und einwandfrei bezeichnet. Der vom Berichterstatter über diese Frage in jener Versammlung gestellte Antrag: „Solange die Brandpilzsporen-Gefahr durch weitere Versuche mit größeren Viehbeständen noch nicht hinreichend geklärt ist, ist auch noch weiter auf die ev. Schädlichkeit derselben im Sinne des Würzburger Beschlusses[1]) hinzuweisen" wurde von der Versammlung angenommen.

Dieser Beschluß gab den Anlaß zu erneuten Untersuchungen über die Frage der Schädlichkeit der Verfütterung von Sporen des Steinbrandes.

---

[1]) Dieser Beschluß lautet: „Ergibt die mikroskopische Untersuchung einer Kleie, daß Brandpilzsporen mehr als vereinzelt vorkommen, so ist der Einsender darauf und auf die ev. Schädlichkeit derselben aufmerksam zu machen."

Digitized by Google

Sie wurden vom Kaiserlichen Gesundheitsamte in Gemeinschaft mit der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, im besonderen unter Mitwirkung des Herrn Regierungsrats Dr. Appel ausgeführt. Den Versuchen ist folgender Versuchsplan zugrunde gelegt worden:

1. Zu den Versuchen werden als Versuchstiere je 3 gleichaltrige Jungrinder, Schafe und Ziegen benutzt; ebenso viele gleichaltrige Tiere von jeder Gattung dienen als Kontrolltiere.

2. Dem eigentlichen Versuche geht ein Vorversuch voraus, während dessen die Tiere Futter ohne Brandsporen erhalten.

Nach Beendigung des Vorversuches werden die Tiere nach der Art der Futterverwertung in Gruppen so eingeteilt, daß die Kontrolltiergruppen mit den Versuchstiergruppen hinsichtlich der Güte der Futterverwertung korrespondieren.

3. Jedes Versuchsrind erhält zunächst täglich mit dem Futter 100 g, jedes Versuchsschaf und jede Versuchsziege 50 g Brandsporen. Diese Menge kann im Verlaufe des Versuches gesteigert werden, da bei der zunächst verfügbaren Gesamtmenge von 35 kg Brandsporenmaterial und einer auf 6 Wochen berechneten Versuchsdauer auf ein Tier täglich eine Menge von 92 g Brandsporen entfällt.

4. Täglich hat eine tierärztliche Untersuchung der Versuchstiere auf ihren Gesundheitszustand zu erfolgen; auch ist das Gewicht sämtlicher Versuchstiere in achttägigen Zeitabständen zu gleicher Tageszeit festzustellen.

5. Die mit Brandsporen gefütterten Tiere werden nach Abschluß des Versuches getötet zum Zwecke der Feststellung, ob etwa Schädigungen ihrer Organe als Folgen der Brandsporenverfütterung eingetreten sind.

Eine Änderung des Versuchsplanes war gleich bei Beginn des Versuches nicht zu umgehen insofern, als es nicht möglich war, völlig gleichaltrige Ziegen zu bekommen, es mußten deshalb Ziegen zu dem Versuche benutzt werden, deren Alter zwischen 1—2 Jahren schwankte.

Ferner ist zu erwähnen, daß außer den ursprünglich zur Verfügung stehenden 35 kg noch weitere ca. 23 kg Brandsporenmaterial beschafft werden konnten, so daß insgesamt ca. 58 kg zu den Versuchen Verwendung fanden.

Der Vorversuch erstreckte sich bei den Rindern und Schafen auf die Zeit vom 10. Mai bis zum 14. Juni, also auf 36 Tage; bei den Ziegen, die später eingestellt wurden, dauerte der Vorversuch vom 24. Mai bis zum 14. Juni, also 22 Tage.

An Futter erhielt jedes Rind durchschnittlich pro Tag 3 kg Heu und 3 kg Haferstroh, außerdem je $^1/_2$ kg Kleie und Gerstenschrot. Den Schafen und Ziegen wurden pro Tag und Kopf je $^1/_2$ kg Heu und Haferstroh, außerdem $^1/_4$ kg Kleie verabreicht.

Außer der täglich vorgenommenen tierärztlichen Untersuchung, der täglichen Feststellung der Körpertemperaturen und der in achttägigen Zwischenräumen erfolgenden Aufnahme der Körpergewichte sind mittels der Bürkerschen Zählkammer Blutkörperchen-Zählungen bei sämtlichen Tieren ausgeführt und mit Hilfe des Sahli-Gowersschen Hämoglobinometers der Hämoglobingehalt bestimmt worden (vgl. Tab. I).

Während der Vorversuchsperiode traten bei den Rindern Nr. V und Nr. VI Krankheitserscheinungen auf. Das Rind Nr. V fiel schon bei seiner Einstellung durch

Tabelle I. Ergebnis der Bestimmung der Zahl der roten Blut-

A. Rinder							B.			
Nr. des Tieres	Zeit der 1. Untersuchung	Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm	Hämoglobingehalt nach Gowers	Zeit der 2. Untersuchung	Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm	Hämoglobingehalt nach Gowers	Nr. des Tieres	Zeit der 1. Untersuchung	Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm	Hämoglobingehalt nach Gowers
I	13.5.09	10956000	64	4. 6. 09	11340000	55	I	14.5.09	6928000	42
II	„	10964000	49	„	10000000	60	II	„	6200000	50
III	„	10076000	57	„	11064000	55	III	15.5.09	7528000	49
IV	„	10872000	60	„	11312000	60	IV	„	10020000	48
V	14.5.09	10564000	56	„	15536000	55	V	„	8460000	49
VI	„	13872000	60	„	12326000	59	VI	„	7368000	49

Im Durchschnitt:		Im
1. Untersuchung:	2. Untersuchung:	1. Untersuchung:
a) Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm: 11217000	a) Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm: 11930000	a) Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm: 7751000
b) Hämoglobingehalt: 58	b) Hämoglobingehalt: 57	b) Hämoglobingehalt: 48

sein glanzloses, gesträubtes Haarkleid und seine geringe Freßlust auf. In der Folgezeit stellte sich bei ihm heftiger Durchfall ein, auch versagte es die Futteraufnahme fast vollständig, die Pansentätigkeit war nahezu ganz unterdrückt, die linke Flankengegend infolge Gasansammlung im Pansen aufgetrieben. Beim Betasten des Hinterleibes äußerte das Tier heftigen Schmerz, der Kot war sehr übelriechend und wurde immer dünnflüssiger. Die Innentemperatur des Rindes bewegte sich zwischen 37,9 und 39,9° C. Die Zahl der Pulse betrug durchschnittlich 70, die der Atemzüge 24. Die Krankheitserscheinungen dauerten vom 10. Mai bis zum 8. Juni. Das Körpergewicht des Tieres war in dieser Zeit von 113 kg auf 102,5 kg zurückgegangen.

Bei Beginn des eigentlichen Versuches war das Tier wieder hergestellt, und die Besserung hielt auch während der ganzen Versuchsdauer an.

Das Befinden des Rindes Nr. VI erfuhr gleichfalls eine vorübergehende Störung. Die Erscheinungen waren im wesentlichen die gleichen wie bei Rind Nr. V, nur geringgradiger und von kürzerer Dauer (vom 12. bis einschließlich 21. Mai). Am 14. Juni wurde der Vorversuch abgeschlossen. In seinem Verlaufe hat außer den beiden genannten Rindern keines der übrigen Versuchstiere Krankheitserscheinungen gezeigt. Die Zahl der Pulse und Atemzüge sowie die Temperatur haben sich bei den Tieren stets auf normaler Durchschnittshöhe erhalten. Die zweimalige Zählung der Blutkörperchen und die Bestimmung des Hämoglobingehaltes lieferten bei den Rindern und Schafen Ergebnisse, die der Durchschnittsnorm entsprechen (vgl. Tab. I). Nur bei dem vor dem Versuch krank gewesenen Rind Nr. V lieferte die zweite Untersuchung eine wesentliche Erhöhung der Zahl der roten Blutkörperchen im Vergleiche

Digitized by Google

körperchen und des Hämoglobingehaltes während des Versuches.

Schafe			C. Ziegen						
Zeit der 2. Untersuchung	Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm	Hämoglobingehalt nach Gowers	Nr. des Tieres	Zeit der 1. Untersuchung	Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm	Hämoglobingehalt nach Gowers	Zeit der 2. Untersuchung	Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm	Hämoglobingehalt nach Gowers
3. 6. 09	10500000	42	I	27. 5. 09	13680000	48	5. 6. 09	14344000	48
„	9484000	47	II	„	14800000	55	„	14580000	55
„	8480000	55	III	„	12100000	37	„	12628000	38
„	10316000	46	IV	28. 5. 09	15264000	45	„	13556000	46
„	8172000	49	V	„	16124000	45	„	15040000	45
„	9856000	49	VI	„	16316000	44	„	14124000	43
Durchschnitt:			Im Durchschnitt:						
2. Untersuchung:			1. Untersuchung:				2. Untersuchung:		
a) Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm: 9468000 b) Hämoglobingehalt: 48			a) Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm: 14714000 b) Hämoglobingehalt: 46				a) Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm: 14045000 b) Hämoglobingehalt: 46		

mit der ersten Zählung. Die Vermehrung fiel zusammen mit dem Zeitpunkte der Besserung in dem Befinden des Tieres.

Für die Abweichungen, die in Bezug auf die Zahl der roten Blutkörperchen und den Hämoglobingehalt des Blutes bei den Ziegen sich ergeben haben, läßt sich ungezwungen eine Erklärung in dem Umstande finden, daß die Tiere verschiedenen Alters waren und ein Teil von ihnen in Laktation stand. Bei einem und demselben Tiere waren die Schwankungen nur geringe.

Die Tab. II (S. 458) gibt Auskunft über die prozentuelle Gewichtszu- oder -abnahme, die jedes einzelne Tier während der Vorversuchsperiode erfahren hat.

Aus der Tab. III (S. 459) sind die bei den Wägungen während der Vorversuchsperiode ermittelten Gewichte und aus den Tafeln IV—VI (S. 460 u. 461) die Gewichtsverhältnisse der zu den Versuchen benutzten drei Tiergruppen (Rinder, Schafe, Ziegen) zu ersehen. Die in den Kurven verzeichneten Gewichtszahlen entsprechen dem Gesamtgewichte der zu den einzelnen Gruppen gehörigen Tiere.

Für den eigentlichen Versuch wurden die Tiere unter dem Gesichtspunkte der Futterverwertung in Gruppen so eingeteilt, daß die Tiere der Kontrolltiergruppen mit den Tieren der Versuchstiergruppen hinsichtlich der Fähigkeit der Futterverwertung möglichst übereinstimmten. Die nähere Gruppierung der Tiere ist aus der Tabelle VII (S. 461) zu ersehen. Bei den Ziegen war es nicht möglich, hinsichtlich ihrer Futterverwertung ganz übereinstimmende Tiere in die beiden Gruppen zu bringen. Bei dieser Unmöglichkeit wurden der Versuchstiergruppe in der Hauptsache die besseren Futterverwerter zugeteilt, weil hierbei eine durch Störung der Futterverwertung sich äußernde

Tabelle II. Tabellarische Übersicht der Gewichtszu- (+) oder -abnahme (—) der Versuchstiere, in Prozenten berechnet.

Gattung der Tiere	Nr. des Tieres	Prozentuale Gewichtszu-(+) oder -abnahme(—), vom Anfangsgewicht berechnet	Art der Futterverwertung	Bemerkungen
Rind	I	+ 20,08 %	gut	
„	II	+ 20,00 „	„	
„	III	+ 15,59 „	mittelmäßig	
„	IV	+ 11,68 „	„	
„	V	+ 4,42 „	weniger gut	war vom 10. 5. bis 2. 6. an Magendarmkatarrh erkrankt
„	VI	+ 4,54 „	„ „	war vom 14. 5. bis 21. 5. geringgradig an Darmkatarrh erkrankt
Schaf	I	+ 1,49 %	weniger gut	
„	II	+ 12,42 „	gut	
„	III	+ 10,34 „	„	
„	IV	+ 4,65 „	weniger gut	
„	V	+ 12,31 „	gut	
„	VI	+ 18,75 „	„	
Ziege	I	+ 20,00 %	gut	
„	II	+ 5,26 „	weniger gut	Milchtiere
„	III	+ 15,27 „	gut	Milchtiere
„	IV	+ 7,18 „	„	
„	V	— 6,61 „	weniger gut	
„	VI	+ 8,57 „	gut	

schädigende Wirkung der Verfütterung brandsporenhaltigen Materiales leichter erkennbar werden mußte als bei einer anderen Art der Gruppierung der Tiere.

Das Brandsporenmaterial, das aus fast reinem Brandweizen bestand, wurde den Tieren in geschrotetem Zustande verabreicht. Jedes der drei Versuchsrinder erhielt zunächst täglich neben der schon angegebenen Futterration 100 g, jedes Schaf und jede Ziege 50 g Brandsporen. Während der vier ersten Versuchstage wurden die Brandsporen trocken auf Heu verabreicht. Bei dieser Fütterungsweise zeigte es sich aber, daß der überwiegende Teil der Brandsporen in die Krippe fiel und zum Teil für die Fütterung verloren ging, obwohl der in die Krippe gefallene Teil nach Beendigung der Heuaufnahme den Tieren mit dem Getränke vorgesetzt wurde. Um die völlige Aufnahme der ganzen Tagesration der Brandsporen zu sichern, wurden sie vom 5. Versuchstage ab ausschließlich im Getränke verabreicht. Hierbei ergab sich, daß die Tiere die Brandsporen sehr gern und vollständig aufnahmen, ja sogar die in den Tränkeimern verbliebenen Reste sorgfältig ausleckten. Es mag schon jetzt erwähnt werden, daß keines der Versuchstiere jemals Widerwillen gegen die Aufnahme der Steinbrandsporen äußerte; einige der Ziegen (Ziege II und IV) fraßen das reine

Tabelle III. Gewichts-Tabelle.

A. Rinder.

I.	*II.*	III.	*IV.*	VI.	*V.*
12. 5. = 114,5 kg	*12. 5. = 112,5 kg*	12. 5. = 109 kg	*12. 5. = 98,5 kg*	12. 5. = 77 kg	*12. 5. = 113 kg*
19. 5. = 122,5 „	*19. 5. = 124,5 „*	19. 5. = 117,5 „	*19. 5. = 107,5 „*	19. 5. = 80,5 „	*19. 5. = 108,5 „*
26. 5. = 127 „	*26. 5. = 122,5 „*	26. 5. = 119,5 „	*26. 5. = 106,5 „*	26. 5. = 79,5 „	*26. 5. = 102,5 „*
2. 6. = 129 „	*2. 6. = 130 „*	2. 6. = 123,5 „	*2. 6. = 106,5 „*	2. 6. = 78,5 „	*2. 6. = 109 „*
9. 6. = 134 „	*9. 6. = 131 „*	9. 6. = 122,5 „	*9. 6. = 115 „*	9. 6. = 79,5 „	*9. 6. = 109 „*
14. 6. = 137,5 „	*14. 6. = 135 „*	14. 6. = 126 „	*14. 6. = 110 „*	14. 6. = 80,5 „	*14. 6. = 118 „*
21. 6. = 136 „	*21. 6. = 132 „*	21. 6. = 120 „	*21. 6. = 114 „*	21. 6. = 82,1 „	*21. 6. = 123 „*
28. 6. = 142 „	*28. 6. = 141 „*	28. 6. = 132 „	*28. 6. = 119 „*	28. 6. = 88 „	*28. 6. = 129 „*
5. 7. = 147,5 „	*5. 7. = 143,2 „*	5. 7. = 135 „	*5. 7. = 123 „*	5. 7. = 93 „	*5. 7. = 135 „*
12. 7. = 152,5 „	*12. 7. = 149,5 „*	12. 7. = 140 „	*12. 7. = 127 „*	12. 7. = 95 „	*12. 7. = 137 „*
19. 7. = 157,5 „	*19. 7. = 152 „*	19. 7. = 144 „	*19. 7. = 131 „*	19. 7. = 98 „	*19. 7. = 139 „*
26. 7. = 159,5 „	*26. 7. = 154 „*	26. 7. = 143,5 „	*26. 7. = 132 „*	26. 7. = 99,5 „	*26. 7. = 142 „*
2. 8. = 162,5 „	*2. 8. = 155 „*	2. 8. = 146 „	*2. 8. = 136 „*	2. 8. = 102 „	*2. 8. = 144 „*
9. 8. = 167,5 „	*9. 8. = 158,5 „*	9. 8. = 155 „	*9. 8. = 143 „*	9. 8. = 107,5 „	*9. 8. = 152,5 „*

B. Schafe.

II.	*III.*	IV.	*I.*	V.	*VI.*
12. 5. = 33 kg	*12. 5. = 29 kg*	12. 5. = 34,4 kg	*12. 5. = 33,5 kg*	12. 5. = 32,5 kg	*12. 5. = 32 kg*
19. 5. = 35 „	*19. 5. = 31 „*	19. 5. = 35,5 „	*19. 5. = 32 „*	19. 5. = 34,3 „	*19. 5. = 33,5 „*
26. 5. = 33 „	*26. 5. = 39 „*	26. 5. = 38 „	*26. 5. = 31 „*	26. 5. = 33 „	*26. 5. = 34 „*
2. 6. = 38 „	*2. 6. = 36 „*	2. 6. = 38 „	*2. 6. = 33,5 „*	2. 6. = 39 „	*2. 6. = 35,5 „*
9. 6. = 34,4 „	*9. 6. = 33 „*	9. 6. = 33,7 „	*9. 6. = 31,4 „*	9. 6. = 35,5 „	*9. 6. = 34,5 „*
14. 6. = 37,1 „	*14. 6. = 32 „*	14. 6. = 36 „	*14. 6. = 34 „*	14. 6. = 36,5 „	*14. 6. = 38 „*
21. 6. = 35,3 „	*21. 6. = 32,9 „*	21. 6. = 36,5 „	*21. 6. = 35,6 „*	21. 6. = 37,5 „	*21. 6. = 37,1 „*
28. 6. = 37,9 „	*28. 6. = 32,9 „*	28. 6. = 39,2 „	*28. 6. = 34,9 „*	28. 6. = 37,6 „	*28. 6. = 39,2 „*
5. 7. = 39,7 „	*5. 7. = 34,5 „*	5. 7. = 38,1 „	*5. 7. = 37,8 „*	5. 7. = 42,5 „	*5. 7. = 39,7 „*
12. 7. = 40 „	*12. 7. = 36,2 „*	12. 7. = 39 „	*12. 7. = 38,2 „*	12. 7. = 42,5 „	*12. 7. = 41 „*
19. 7. = 41 „	*19. 7. = 36,5 „*	19. 7. = 40 „	*19. 7. = 39 „*	19. 7. = 42 „	*19. 7. = 40,5 „*
26. 7. = 43 „	*26. 7. = 37,7 „*	26. 7. = 40,9 „	*26. 7. = 40,2 „*	26. 7. = 42,4 „	*26. 7. = 41,7 „*
2. 8. = 43,5 „	*2. 8. = 39,2 „*	2. 8. = 40,7 „	*2. 8. = 39,5 „*	2. 8. = 42,7 „	*2. 8. = 40,6 „*
9. 8. = 42,1 „	*9. 8. = 37 „*	9. 8. = 41 „	*9. 8. = 39,3 „*	9. 8. = 41,8 „	*9. 8. = 42 „*

C. Ziegen.

I.	*VI.*	II. (Milchtier)	*III. (Milchtier)*	IV. (Milchtier)	*V.*
26. 5. = 20 kg	*26. 5. = 17,5 kg*	26. 5. = 38 kg	*26. 5. = 27,5 kg*	26. 5. = 19,5 kg	*26. 5. = 25,7 kg*
2. 6. = 23,5 „	*2. 6. = 21 „*	2. 6. = 40 „	*2. 6. = 33 „*	2. 6. = 22,5 „	*2. 6. = 26,5 „*
9. 6. = 22,2 „	*9. 6. = 18,7 „*	9. 6. = 39,5 „	*9. 6. = 28,4 „*	9. 6. = 19,7 „	*9. 6. = 24,9 „*
14. 6. = 24 „	*14. 6. = 19 „*	14. 6. = 40 „	*14. 6. = 31,7 „*	14. 6. = 20,9 „	*14. 6. = 24 „*
21. 6. = 25,5 „	*21. 6. = 19,7 „*	21. 6. = 37,8 „	*21. 6. = 26,5 „*	21. 6. = 20,8 „	*21. 6. = 24,8 „*
28. 6. = 25,5 „	*28. 6. = 19,9 „*	28. 6. = 36,7 „	*28. 6. = 29,9 „*	28. 6. = 22,4 „	*28. 6. = 25,4 „*
5. 7. = 26,7 „	*5. 7. = 20,1 „*	5. 7. = 40 „	*5. 7. = 34 „*	5. 7. = 22,9 „	*5. 7. = 27,2 „*
12. 7. = 27,5 „	*12. 7. = 21 „*	12. 7. = 40,3 „	*12. 7. = 32,5 „*	12. 7. = 24 „	*12. 7. = 27,2 „*
19. 7. = 26,6 „	*19. 7. = 20,3 „*	19. 7. = 39,8 „	*19. 7. = 31,3 „*	19. 7. = 23,3 „	*19. 7. = 27,7 „*
26. 7. = 27,1 „	*26. 7. = 20,7 „*	26. 7. = 39,8 „	*26. 7. = 31 „*	26. 7. = 24,2 „	*26. 7. = 26,7 „*
2. 8. = 27 „	*2. 8. = 21,2 „*	2. 8. = 38 „	*2. 8. = 29,7 „*	2. 8. = 23,6 „	*2. 8. = 26,4 „*
9. 8. = 26,8 „	*9. 8. = 21,2 „*	9. 8. = 37 „	*9. 8. = 30,2 „*	9. 8. = 23,5 „	*9. 8. = 26,3 „*

Anm.: Gewöhnlicher Druck = Versuchstiere. Kursiv = Kontrolltiere.

Tabelle IV. Gewichtsschwankungen der **Rinder** während des **Vorversuches.**

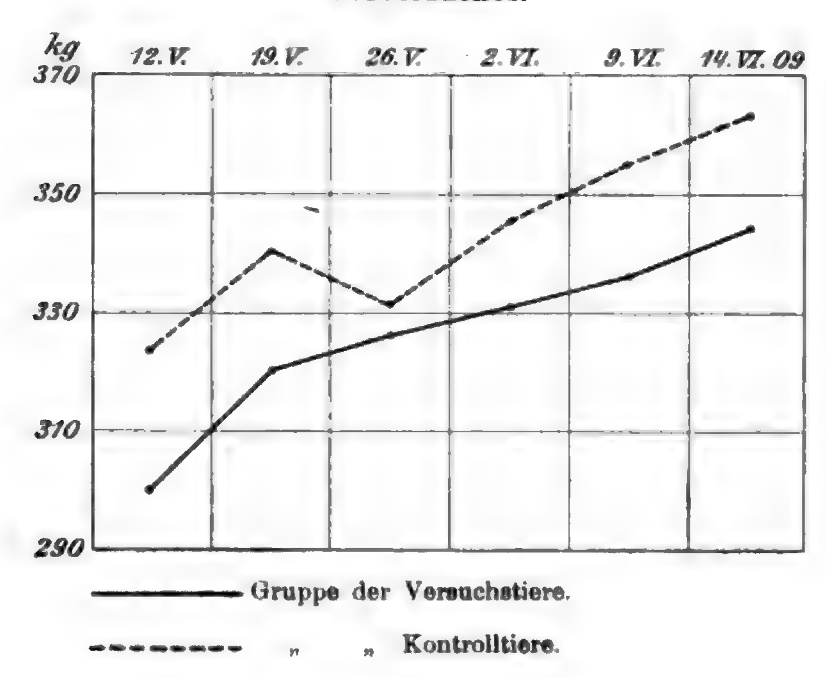
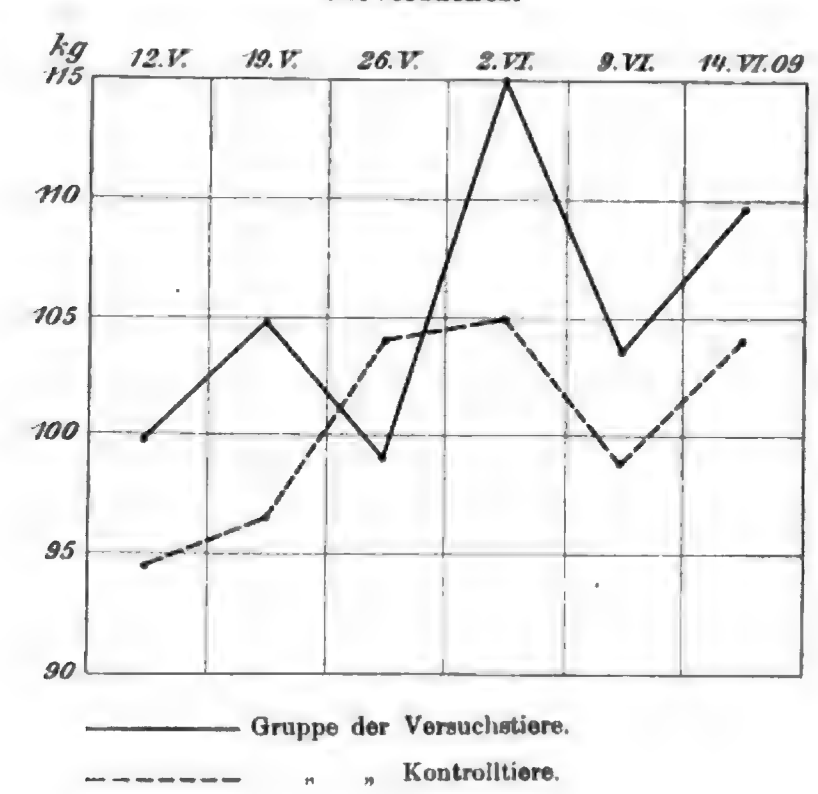
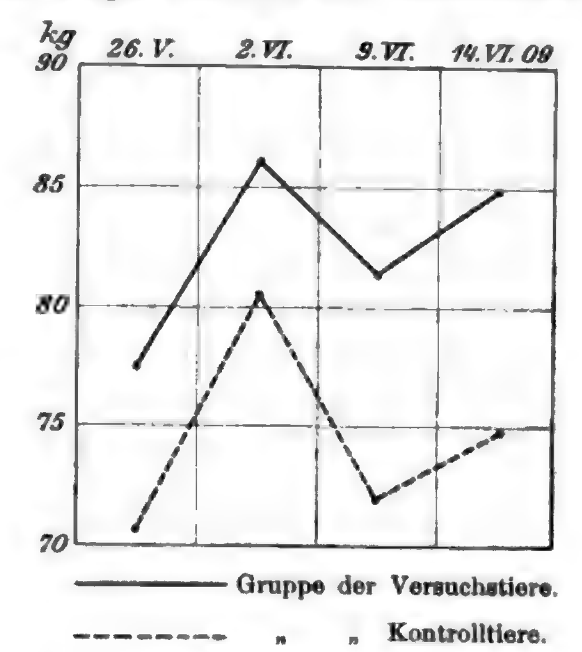


Tabelle V. Gewichtsschwankungen der **Schafe** während des **Vorversuches.**



Brandsporenmaterial auch in trockenem Zustande aus der Hand. Von den Rindern nahmen 2 (Rind I und II) die Brandsporen ebenfalls während einiger Tage in trockenem Zustande auf, verschmähten sie aber später, wenn sie in dieser Form gereicht wurden.

Tabelle VI. Gewichtsschwankungen der **Ziegen** während des **Vorversuches.**



Vom 24. Juni bis 6. Juli, also 13 Tage hindurch, wurden den 3 Versuchsrindern täglich je 100 g, den Schafen und Ziegen täglich je 50 g Brandsporen verabreicht. Vom 7.—27. Juli wurde für die drei Versuchsrinder die tägliche Brandsporenmenge von je 100 g auf je 200 g gesteigert und auch den Schafen und Ziegen das Doppelte der bisherigen Menge, also je 100 g Brandsporen gegeben. Vom 28. Juli bis 5. August, dem Tage des Versuchsabschlusses, erhielt jedes Rind täglich 400 g, jedes Schaf und jede Ziege 200 g des Weizensteinbrandmateriales.

Um festzustellen, ob etwa Brandsporen, wenn sie verstäubt und mit der Atmungsluft von den Tieren eingeatmet werden oder in ihre Augen gelangen, Reizungserscheinungen auf den Schleimhäuten der Nase und der Augen auslösen, wurden mittelst einer Rebenspritze in unmittelbarer Nähe eines jeden Rindes an drei aufeinanderfolgenden Tagen 100 g Brandsporen verstäubt; in derselben Weise wurde bei

Tabelle VII. Einteilung der Tiere in Gruppen unter dem Gesichtspunkte der Futterverwertung.

Versuchstiere	Gewichtszu- (+) oder -abnahme (—)	*Kontrolltiere*	*Gewichtszu- (+) oder -abnahme (—)*
	A. Rinder		
I	+ 20,08 %	*II*	*+ 20,00 %*
III	+ 15,59 „	*IV*	*+ 11,68 „*
VI	+ 4,54 „	*V*	*+ 4,42 „*
	B. Schafe		
V	+ 12,31 %	*VI*	*+ 18,75 %*
II	+ 12,42 „	*III*	*+ 10,34 „*
IV	+ 4,65 „	*I*	*+ 1,49 „*
	C. Ziegen		
I	+ 20,00 %	*III (Milchtier)*	*+ 15,27 %*
IV (Milchtier)	+ 7,18 „	*VI*	*+ 8,57 „*
II (Milchtier)	+ 5,26 „	*V*	*— 6,61 „*

Anm.: Gewöhnlicher Druck = Versuchstiere. Kursiv = Kontrolltiere.

Digitized by Google

den Ziegen und Schafen verfahren, nur mit dem Unterschiede, daß statt 100 nur 50 g Brandsporen benutzt wurden. An zwei weiteren Tagen wurden die Brandsporen in die Lidsäcke der Versuchstiere eingestäubt und durch Massieren in innige Berührung mit der Augenschleimhaut gebracht. Ferner sind mit einer Kanüle Brandsporen in die Nasengänge eingeblasen worden. Aber weder auf die eine noch andere Weise ist es gelungen, bei den Versuchstieren eine reaktive Enzündung der Schleimhaut der Nase oder der Augen zu erzeugen.

Aus der nachfolgenden Zusammenstellung ist die Art und Weise der Verwendung der Brandsporen und die bei den Versuchstieren verwandte Menge ersichtlich.

Es wurden an Brandsporen verabreicht:

a) An Rinder:

vom 15.—18. Juni je 100 g mit Heu und im Getränke = 400 g für jedes Rind,
vom 19.—21. Juni Inhalationen; aufgenommene Menge unbestimmt,
vom 22.—23. Juni eingerieben in Nasen- und Augenschleimhäute; Menge unbestimmt,
vom 24. Juni bis 6. Juli je 100 g im Getränke = 1300 g für jedes Rind,
vom 7.—27. Juli für je 200 g im Getränke = 4200 g für jedes Rind,
vom 28. Juli bis 5. August je 400 g im Getränke = 3600 g für jedes Rind.

b) An Schafe und Ziegen:

vom 15.—18. Juni je 50 g mit Heu und im Getränke = 200 g für jedes Schaf und jede Ziege,
vom 19.—21. Juni Inhalationen; aufgenommene Menge unbestimmt,
vom 22.—23. Juni eingerieben in Nasen- und Augenschleimhäute; Menge unbestimmt,
vom 24. Juni bis 6. Juli je 50 g im Getränke = 650 g für jedes Schaf und jede Ziege,
vom 7.—27. Juli je 100 g im Getränke = 2100 g für jedes Schaf und jede Ziege,
vom 28. Juli bis 5. August je 200 g im Getränke = 1800 g für jedes Schaf und jede Ziege.

Somit hat jedes Rind während der 52tägigen Versuchsdauer 9500 g, jedes Schaf und jede Ziege 4750 g Brandsporen aufgenommen. Insgesamt wurden an die 9 Versuchstiere 57 kg Brandsporen verfüttert.

Während der ganzen Versuchszeit wurden die Tiere sorgfältigst überwacht und täglich auf ihren Gesundheitszustand untersucht. Bei keinem von ihnen konnte auch nur der geringste nachteilige Einfluß der Brandsporenfütterung nachgewiesen werden. Der Puls, die innere Körpertemperatur, die Atmung hielten sich innerhalb der gleichen Grenzen wie während des Vorversuches. Selbst das Rind VI, das vor dem Versuch an einem akuten Magen- und Darmkatarrh erkrankt gewesen war, blieb anhaltend gesund.

Die gute Futteraufnahme kommt in der stetig fortschreitenden Zunahme der Körpergewichte der Versuchstiere — abgesehen von der Ziege II, auf die wir später noch zurückkommen werden — zum Ausdruck; die Körpergewichtszunahme der Versuchstiere hielt im wesentlichen gleichen Schritt mit der der Kontrolltiere. Über das absolute Körpergewicht und die Veränderungen, die es bei den einzelnen Tieren während

Digitized by Google

der Versuchsdauer erfahren hat, gibt die Tabelle III Auskunft. Die Kurven der Tabellen VIII—X (S. 464 u. 465) zeigen die Gewichtsschwankungen der drei Tiergruppen — die Gewichte der einzelnen Tiere innerhalb einer Gruppe wurden wie in den Tafeln IV—VI zusammengezählt — während des Fütterungsversuches mit Brandsporen.

Die prozentuale Körpergewichtszunahme während der Versuchsdauer betrug für die

Versuchsrinder:		Kontrollrinder:	
Rind I:	+ 21,82 %	Rind II:	+ 17,41 %
„ III:	+ 23,02 %	„ IV:	+ 30,00 %
„ VI:	+ 33,54 %	„ V:	+ 29,24 %
zusammen:	+ 78,38 %	zusammen:	+ 76,65 %
durchschnittlich:	+ 26,13 %	durchschnittlich:	+ 25,55 %

Versuchsschafe:		Kontrollschafe:	
Schaf II:	+ 13,48 %	Schaf I:	+ 15,59 %
„ IV:	+ 13,89 %	„ III:	+ 15,63 %
„ V:	+ 14,52 %	„ VI:	+ 10,53 %
zusammen:	+ 41,89 %	zusammen:	+ 41,75 %
durchschnittlich:	+ 13,96 %	durchschnittlich:	+ 13,92 %

Versuchsziegen:		Kontrollziegen:	
Ziege I:	+ 11,67 %	Ziege III:	— 4,73 %
„ II:	— 7,50 %	„ V:	+ 9,58 %
„ IV:	+ 12,44 %	„ VI:	+ 11,58 %
zusammen:	+ 16,61 %	zusammen:	+ 16,43 %
durchschnittlich:	+ 5,54 %	durchschnittlich:	+ 5,48 %

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, daß die Versuchsrinder in Bezug auf die prozentuale Körpergewichtszunahme den Kontrolltieren nicht nachstanden, sondern letztere sogar um ein Geringes übertrafen, was dadurch zu erklären sein dürfte, daß bei den Tieren der Versuchstiergruppe schon während des Vorversuchs die Futterverwertung etwas besser war, als bei den Tieren der Kontrolltiergruppe (vgl. Tab. III).

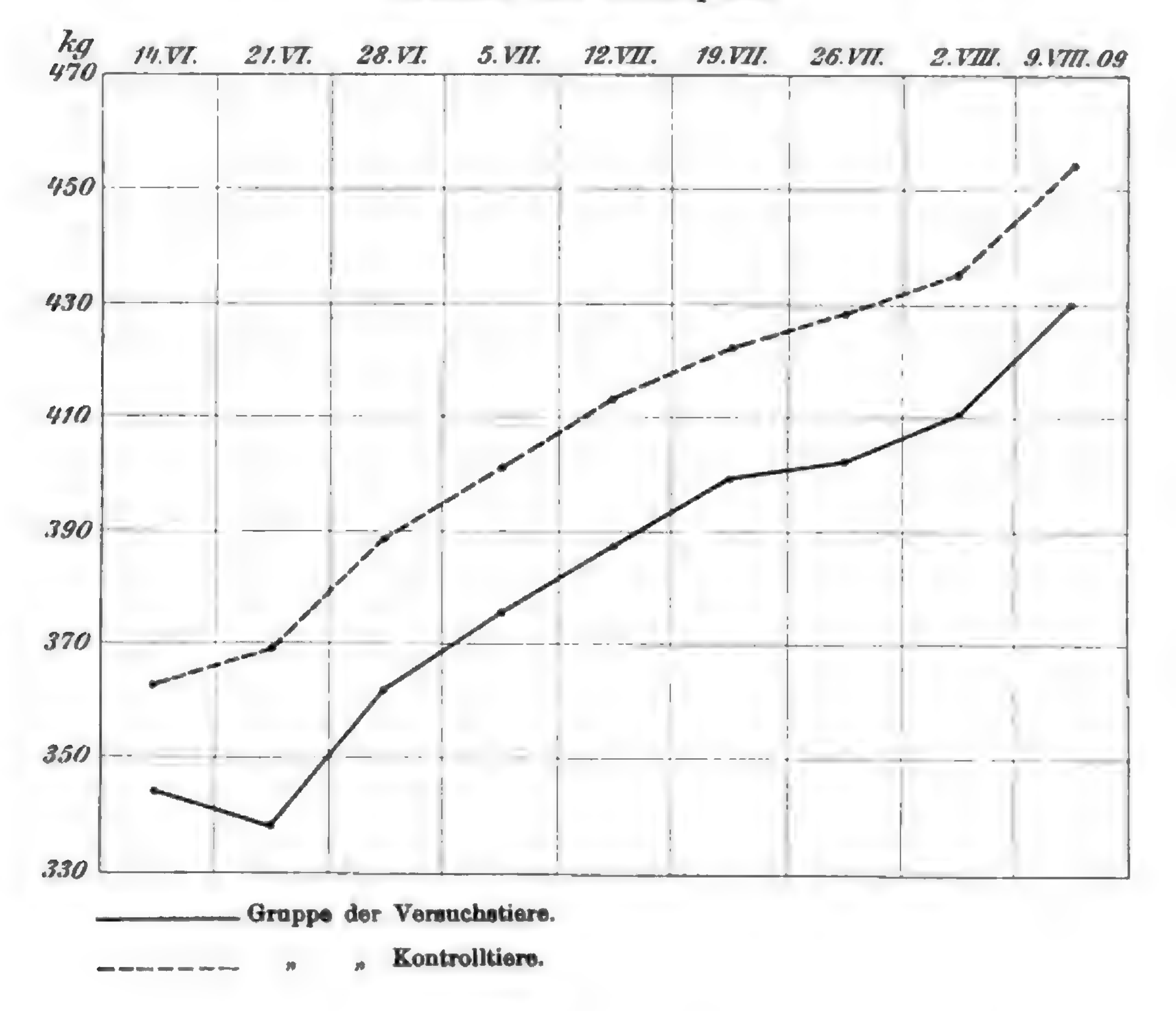
Bei den Ziegen und Schafen zeigt sich eine fast völlige Übereinstimmung hinsichtlich der Futterverwertung für die Kontroll- und Versuchstiergruppe. Die der letzteren zugehörige Ziege II hat während der Versuchsdauer eine Gewichtsabnahme von 7,50 % erfahren. Diese Gewichtsabnahme kann nicht auf die Brandsporenfütterung zurückgeführt werden, da weder an dem lebenden, noch am toten Tiere irgend welche Krankheitserscheinungen nachweisbar waren, und da auch das Körpergewicht der Kontrollziege III um 4,73 % zurückgegangen ist. Eine zwanglose Erklärung für die Gewichtsabnahme der beiden Ziegen gibt der Umstand, daß sie sich in der Laktation befanden, und daß die Ziege II mehr Milch gab, als die Ziege III. Diese beiden Ziegen waren zudem die ältesten unter den 6 zu den Versuchen benutzten Tieren; alle übrigen Ziegen waren noch im Wachstum begriffen.

Wie während des Vorversuches, so sind auch im Verlaufe des Brandsporen-Fütterungsversuches bei sämtlichen Versuchs- und Kontrolltieren Hämoglobinbestimmungen und Zählungen der roten Blutkörperchen in der bereits angegebenen Weise vorgenommen worden. Die erste derartige Untersuchung fand während der

Digitized by Google

vierten Woche des Fütterungsversuches und die zweite unmittelbar nach seiner Beendigung statt. Die Befunde sind aus der Tabelle XI (S. 466 u. 467) ersichtlich. Vergleicht man die am Fuße der Tabelle angegebenen, aus beiden Untersuchungen gewonnenen Durchschnittswerte bei den Versuchstieren mit den entsprechenden Werten bei den Kontrolltieren, so ergeben sich innerhalb der einzelnen Tiergattungen nur geringgradige Schwankungen, die durch individuelle Verschiedenheiten und die bei den angewandten

Tabelle VIII. Gewichtsschwankungen der **Rinder** während des **Fütterungsversuches mit Brandsporen.**



Untersuchungsmethoden möglichen Fehler erklärt werden können. Die Zahlen der ersten Untersuchungen stimmen bei sämtlichen Versuchs- und Kontrolltieren mit denen der zweiten annähernd überein. Jedenfalls kann aus den vorhandenen kleinen Unterschieden kein Rückschluß auf einen nachteiligen Einfluß der Brandsporenfütterung bei den Versuchstieren gezogen werden.

Nach Beendigung des Versuches wurden sämtliche Versuchstiere geschlachtet und im geschlachteten Zustand einer eingehenden Untersuchung unterzogen. Dabei konnten bei keinem Tiere und an keinem Organe irgend welche Veränderungen vorgefunden werden. Da es nichts anderes als die Wiedergabe des Sektionsbefundes

Digitized by Google

Tabelle IX. Gewichtsschwankungen der **Schafe** während des **Fütterungsversuches mit Brandsporen.**

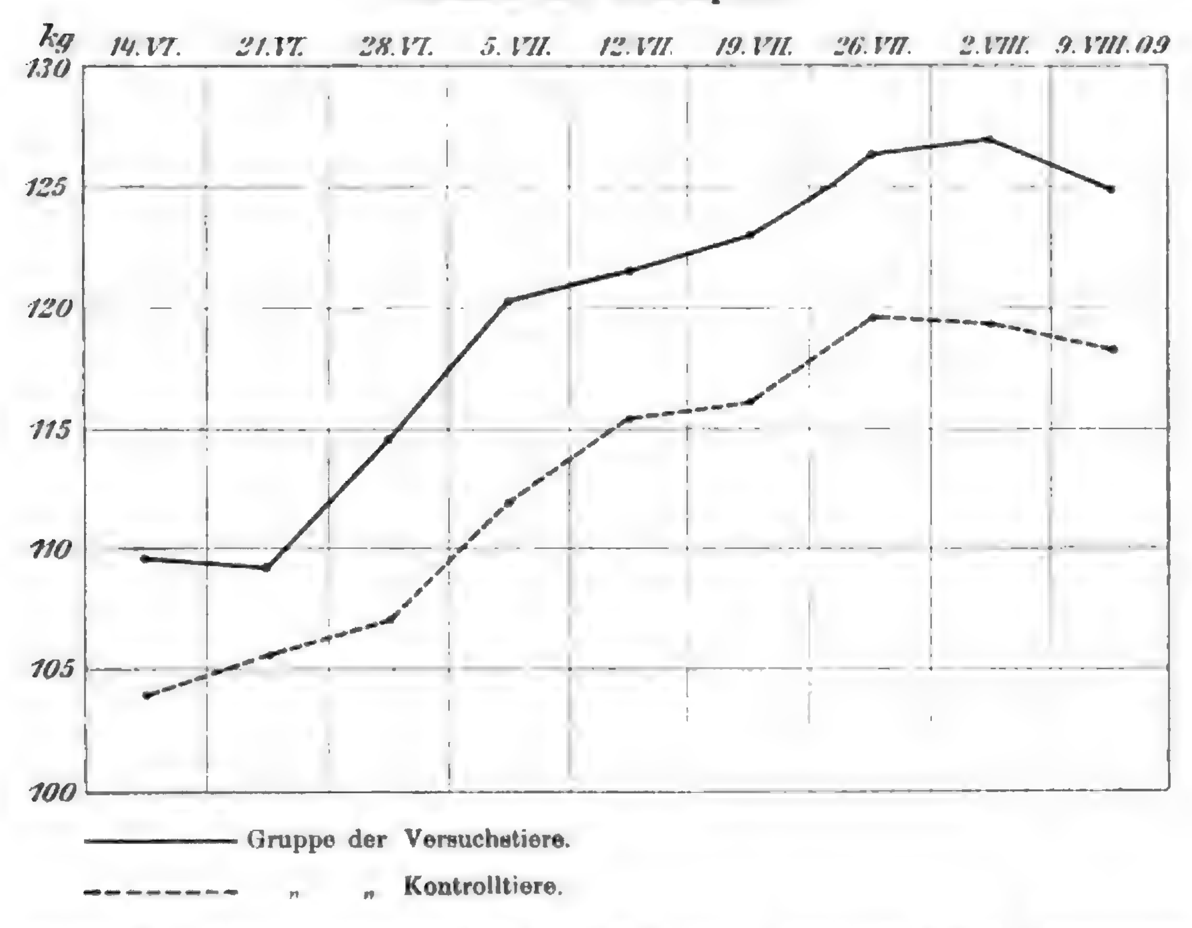


Tabelle X. Gewichtsschwankungen der **Ziegen** während des **Fütterungsversuches mit Brandsporen.**

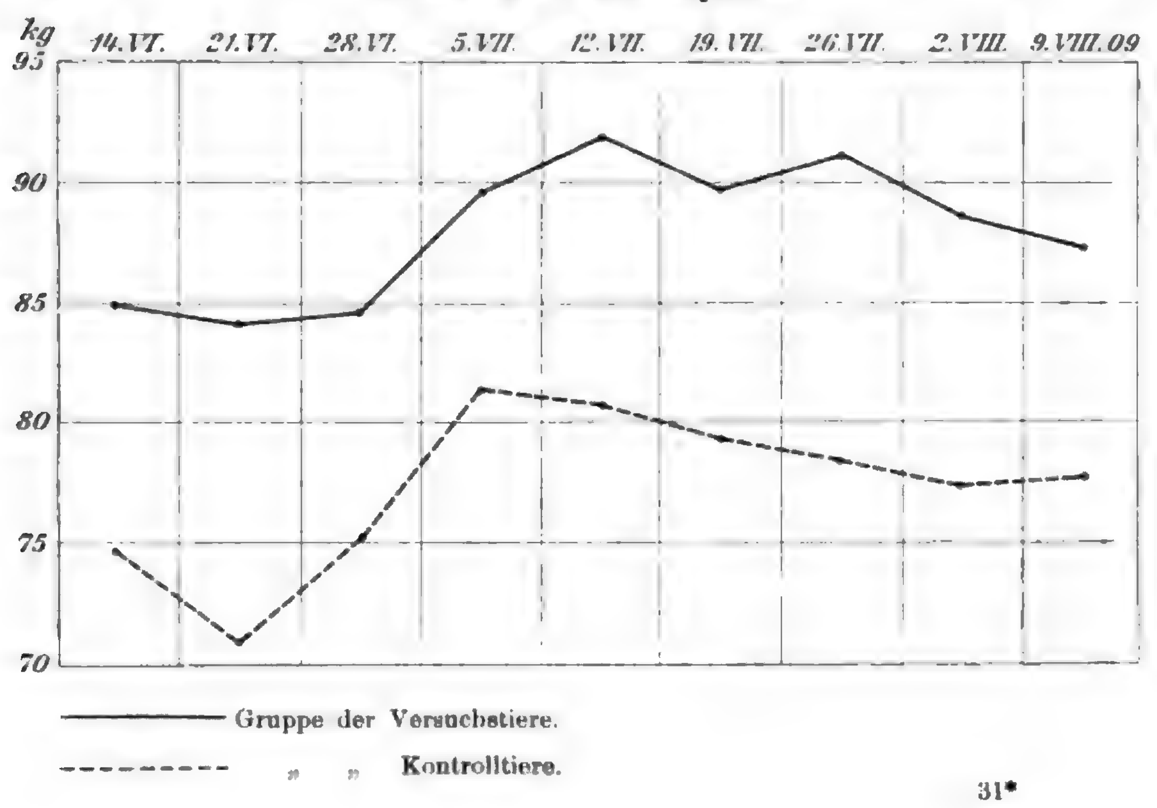


Tabelle XI. Ergebnis der Bestimmung der Zahl der roten Blut-
versuches mit

A. Rinder						B.		
Nr. des Versuchstieres	Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm	Hämoglobingehalt nach Gowers	*Nr. des Kontrolltieres*	*Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm*	*Hämoglobingehalt nach Gowers*	Nr. des Versuchstieres	Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm	Hämoglobingehalt nach Gowers
1. Untersuchung: 8. 7. 09.						1. Untersuchung:		
I	11548000	60	*II*	*9644000*	*55*	II	9640000	52
III	11068000	66	*IV*	*10848000*	*62*	IV	10164000	55
VI	10112000	67	*V*	*12000000*	*60*	V	8828000	55
2. Untersuchung: 31. 7. 09.						2. Untersuchung:		
I	10200000	58	*II*	*9512000*	*54*	II	9696000	52
III	10104000	63	*IV*	*11792000*	*61*	IV	10750000	54
VI	10376000	63	*V*	*11040000*	*60*	V	9904000	55
Im Durchschnitt:						Im		
Versuchstiere			*Kontrolltiere*			Versuchstiere		
a) Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm: 10568000 b) Hämoglobingehalt: 63			*a) Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm: 10806000* *b) Hämoglobingehalt: 59*			a) Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm: 9830000 b) Hämoglobingehalt: 54		

Anm.: Gewöhnlicher Druck = Versuchstiere. Kursiv = Kontrolltiere.

normaler Tiere wäre, so wollen wir von einer näheren Beschreibung absehen und nur erwähnen, daß wir bei zwei Versuchsschafen eine leichte schiefergraue Verfärbung der Darmschleimhaut, sonst aber nicht die geringste Veränderung feststellen konnten. Zur Kontrolle war auch eines von den Kontrollschafen geschlachtet worden. Der Sektionsbefund bei den Versuchsschafen stimmte — abgesehen von der Verfärbung der Darmschleimhaut — mit dem des Kontrollschafes völlig überein. Die Verfärbung der Darmschleimhaut konnte im übrigen auch bei Kontrollschafen nachgewiesen werden, die auf dem Berliner Schlachthofe geschlachtet worden sind, so daß diesem Befunde eine Bedeutung nicht beigemessen werden kann.

Es sei noch angeführt, daß die Brandsporen vor der Versuchsanstellung von Herrn Regierungsrat Dr. Appel auf ihre Keimfähigkeit geprüft worden sind und sich als keimfähig erwiesen haben. Dies traf, wie weitere Versuche zeigten, nicht zu für diejenigen Brandsporen, die im Kot von Versuchstieren ausgeschieden wurden.

Das Ergebnis unserer Versuche geht also dahin, daß selbst außergewöhnlich große Mengen von Brandsporen, während längerer Zeit an Rinder, Schafe und Ziegen verfüttert, nicht imstande waren, die Gesundheit dieser Tiere zu schädigen.

Digitized by Google

körperchen und des Hämoglobingehaltes während des Fütterungs-

Brandsporen.

Schafe.			C. Ziegen					
Nr. des Kontrolltieres	*Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm*	*Hämoglobingehalt nach Gowers*	Nr. des Versuchstieres	Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm	Hämoglobingehalt nach Gowers	*Nr. des Kontrolltieres*	*Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm*	*Hämoglobingehalt nach Gowers*
10. 7. 09.			1. Untersuchung: 12. 7. 09.					
III	*9924000*	*55*	I	15736000	54	*VI*	*16312000*	*45*
I	*10808000*	*52*	II	15696000	55	*III*	*13736000*	*42*
IV	*8844000*	*52*	IV	14040000	45	*V*	*16416000*	*47*
30. 7. 09.			2. Untersuchung: 29. 7. 09.					
III	*9872000*	*55*	I	16728000	54	*VI*	*15824000*	*45*
I	*11504000*	*57*	II	16808000	56	*III*	*16344000*	*46*
IV	*9680000*	*55*	IV	14056000	43	*V*	*15168000*	*46*

Durchschnitt:	Im Durchschnitt:	
Kontrolltiere	Versuchstiere	*Kontrolltiere*
a) Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm: 10105000	a) Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm: 15511000	*a) Zahl der roten Blutkörperchen in 1 cbmm: 15633000*
b) Hämoglobingehalt: 54	b) Hämoglobingehalt: 51	*b) Hämoglobingehalt: 45*

Für den Fall des Auftretens einer Erkrankung unbekannter Natur bei Haustieren und des gleichzeitigen Nachweises von Brandsporen im Futter der erkrankten Tiere berechtigt deshalb, wie auch aus unseren weiteren Versuchen hervorgeht, das Zusammentreffen dieser beiden Vorkommnisse nicht zu der Annahme, daß die Brandsporen die Ursache der Erkrankung seien.

Nach Abschluß der mitgeteilten Untersuchungen wurden wir von dem Direktor der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft, Herrn Geh. Regierungsrat Professor Dr. Behrens, in sehr dankenswerter Weise auf zwei kürzlich in russischer Sprache erschienene Arbeiten aufmerksam gemacht, in denen E. Th. Liskun über seine Fütterungsversuche mit Brandsporen bei kleinen Versuchstieren berichtet. Herrn Geh. Regierungsrat Dr. Moritz von der Kaiserlichen Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft verdanken wir einen Auszug aus diesen Arbeiten in deutscher Übersetzung, dem die nachfolgenden Angaben entnommen sind.

Im Jahre 1908 hat Liskun seine ersten Fütterungsversuche mit Ustilago maydis an 42 weißen Mäusen angestellt. Die Mäuse erhielten Brot, dem 10 % Sporen des Maisbrandes beigemengt waren. Viele dieser Mäuse starben, und in ihren Organen

fanden sich Brandsporen. Die bei der Sektion ermittelten Veränderungen bestanden im wesentlichen in einer Hyperämie des Verdauungstraktus, der Lungen, Nieren, des Gehirnes, sowie in einer dunklen oder grauen Färbung der Schleimhaut des Magens und Darmes. Aus seinen Versuchen zieht Liskun den Schluß, daß Brandsporen unbedingt schädlich seien und daß sie vom Darmkanal aus in die verschiedenen Organe einzudringen vermögen.

Um den seinen Versuchsergebnissen gegenüber geäußerten zahlreichen Zweifeln zu begegnen, stellte Liskun histologische Untersuchungen an den Organen der mit Brandsporen gefütterten weißen Mäuse an. Bei mikroskopischer Prüfung zahlreicher Schnitte vom Darme der Versuchstiere fand er nur selten die Schleimhaut ganz unversehrt. Meistens sollen sehr schwere Veränderungen zugegen gewesen sein, die sich in einem Zerfall der Zellen, in Ansammlung von weißen Blutkörperchen sowie in vermehrter Schleimsekretion zu erkennen gaben und sogar den Charakter diphtherischen Gewebszerfalls an sich trugen.

Liskun schildert noch eine Reihe weiterer pathologisch-anatomischer Bilder, so z. B., wie eine Spore von Ustilago maydis zwischen die Darmzotten eines Meerschweinchens eingedrungen ist und an ihrem Sitz zur Bildung einer Höhle sowie zur Reizung und Verletzung der Darmwand geführt hat. Ferner berichtet er über Verstopfungen und Erweiterungen von Blutgefäßen der Leber und Lungen, die nach seinen Angaben durch Sporen verursacht wurden. Die in die Blutbahn eingedrungenen Brandsporen können nach Liskun im ganzen Organismus verbreitet werden und bei ihrem Durchbruch durch die zarten Wandungen der Kapillaren Blutungen veranlassen.

Die schädliche Wirkung der Brandsporen kommt nach Ansicht des russischen Forschers in erster Linie auf mechanischem Wege zustande, wozu die Sporen durch ihre höckerige und gerunzelte Oberfläche befähigt sein sollen. Weiterhin ist es nach Liskun nicht ausgeschlossen, daß die Brandsporen Giftstoffe enthalten und dadurch auch eine giftige Wirkung zu entfalten vermögen oder daß sie durch Verletzung der Darmschleimhaut Eintrittspforten schaffen für Gifte oder schädliche Bakterien, die im Darme vorhanden sind.

In seiner zweiten Arbeit, in der Liskun das Ergebnis seiner an Meerschweinchen und Kaninchen angestellten experimentellen Untersuchungen mitteilt, weist er zunächst darauf hin, daß es notwendig sei, die Wirkung der Brandsporen systematisch zu untersuchen unter Berücksichtigung der verschiedenen Tierarten und des Alters, Geschlechts, der Trächtigkeit, des jeweiligen Gesundheits- und Ernährungszustandes der Versuchstiere und unter Verwendung verschiedener Mengen von Brandsporen.

Zu seinen weiteren Fütterungsversuchen mit Tilletia tritici zerkleinerte er zunächst die brandigen Weizenkörner in einem Mörser, ließ sie alsdann ein engmaschiges Sieb passieren und wog sie in völlig reinem Zustand ab. Jedes Meerschweinchen erhielt 2 g, jedes Kaninchen 10 g; die Brandsporen wurden den Tieren zusammen mit Möhren verabreicht. Die Meerschweinchen nahmen dieses Futter gern auf, dagegen mußte es den Kaninchen mit der Schlundsonde in Form einer Aufschwemmung in Wasser künstlich beigebracht werden. Die Meerschweinchen ließen im Anschluß an die Brandsporenfütterung nicht die geringste Gesundheitsstörung erkennen. Auch nach der Tötung

Digitized by Google

waren an ihnen außer einer schiefergrauen Verfärbung der Magen- und Darmschleimhaut keine Veränderungen festzustellen. Dagegen starb eines von den Versuchskaninchen, jedoch, wie sich nachträglich herausstellte, nicht infolge der Brandsporenfütterung, sondern an Coccidiose. Demnach waren die Sporen von Tilletia tritici nicht imstande gewesen, bei ihrer Verfütterung an Meerschweinchen und Kaninchen eine Erkrankung hervorzurufen.

Die mit Sporen von Ustilago maydis bei denselben Tierarten angestellten Fütterungsversuche hatten das gleiche Ergebnis.

Liskun hat bei seinen Versuchen auch die Verhältnisse berücksichtigt, wie sie sich bei der Verwendung brandsporenhaltigen Mehles zur Bereitung von Brot ergeben. Die Sporen wurden, nachdem sie gesiebt worden waren, mit reinem Weizenmehl zu Brot verbacken, und zwar wurden einem kg Mehl 125 g Sporen beigemischt. Dieses Brot wurde an Meerschweinchen verfüttert. Die zu den Versuchen benutzten Tiere erhielten in der ersten Hälfte des Versuches täglich je 30 g Heu, 20 g Möhren und 20 g sporenhaltiges Brot; in der zweiten Hälfte des Versuches wurden je weitere 10 g Heu und Brot beigefügt. Den Kaninchen sind täglich je 120 g Heu, 40 g Möhren und 100 g sporenhaltiges Brot verabreicht worden. Als die Tiere am Ende des Versuches getötet wurden, fand sich bei ihnen nur eine dunkelgraue Verfärbung der Darmschleimhaut, sonst keine Veränderung.

Die Organe der verschiedenen Versuchstiere, darunter auch diejenigen von weißen Mäusen, unterzog Liskun der mikroskopischen Prüfung, in erster Linie, um zu erfahren, ob die Sporen vom Verdauungskanal aus in das Gewebe der verschiedenen Organe eingedrungen waren. In der Tat ließen sich, wie Liskun hervorhebt, die Sporen in verschiedenen Organen nachweisen. Bei Durchsicht der frischen Organ- und Blutpräparate fanden sich stets viele Sporen im Gesichtsfelde. Die Sporen dringen nach Liskun sehr schnell in den Organismus ein, um ihn nur langsam wieder zu verlassen.

Außer den bereits in seiner ersten Arbeit mitgeteilten Veränderungen, die von den Sporen erzeugt werden sollen, erwähnt Liskun noch eine Vergrößerung der Lymphdrüsen, manchmal um das 7—8fache, auch Blutungen, sogar von bedeutendem Umfange, ferner Zell- und Gewebsdegenerationen, besonders in der Milz und in den Nebennieren.

Das Gesamtergebnis der Liskunschen Versuche geht dahin, daß die Brandsporen, wenn sie auch einen äußerlich nicht erkennbaren Einfluß auf die Versuchstiere ausüben, trotzdem schädlich sind. Er hält die Bekämpfung der Brandpilze für geboten, nicht nur im Hinblick auf die durch sie bedingte Verringerung der Getreideernte, sondern auch wegen der Gefahr, die der Volksgesundheit drohe, da es keineswegs ausgeschlossen sei, daß die Sporen im Körper des Menschen Gewebsveränderungen hervorrufen.

Die von Liskun mitgeteilten Untersuchungsergebnisse forderten wegen der großen Tragweite der aus ihnen gezogenen Schlußfolgerungen zu einer Nachprüfung auf. Wir stellten zu diesem Zwecke Fütterungsversuche mit den Sporen von Tilletia tritici

bei kleinen Versuchstieren an. Von der Verwendung weißer Mäuse sahen wir ab, da diese Tiere, wie wir aus Erfahrung wissen, schon gegen eine geringfügige Änderung der gewohnten Ernährungsweise sehr empfindlich sind und verenden, ohne daß sich daraus ein Schluß auf eine spezifische schädliche Wirkung des verabreichten Futters ziehen ließe. Kaninchen schienen zu unseren Zwecken weniger geeignet, weil sie vielfach mit Coccidiose behaftet sind, und etwaige im Darme vorhandene, durch Coccidien verursachte Gewebsdefekte den mit dem Futter aufgenommenen Brandsporen als Eintrittspforte dienen und damit Anlaß zu Trugschlüssen geben konnten. Zweckmäßiger ist nach unserer Ansicht die Verwendung von Ratten und Meerschweinchen.

I. Fütterungsversuche mit Brandsporen.

a) An Ratten.

5 Ratten wurden zunächst 25 Tage lang täglich mit je 2 g, alsdann weitere 50 Tage hindurch täglich mit je 3 g fast reinen brandsporenhaltigen Materials gefüttert. Das Material wurde zuerst im Mörser zerrieben und alsdann in je 15 g aufgeweichtem Hundekuchen verabreicht. Die Tiere fraßen das ihnen vorgesetzte Futter stets gern und auch vollständig auf; zuweilen erhielten die Versuchstiere etwas Runkelrüben als Futterzulage. 5 Kontrolltiere bekamen das gleiche Futter wie die Versuchstiere, jedoch an Stelle der Brandsporen Hafer, und zwar jedes 3—4 g im Tage.

Während der 75 tägigen Versuchsdauer hat von den Versuchsratten jede etwa 200 g — also mehr als ihr eigenes Gewicht — an Brandsporen aufgenommen. Das Befinden der Tiere war während der ganzen Zeit stets ein gutes; es waren niemals Zeichen einer Gesundheitsstörung zu bemerken, die auf den Genuß der Brandsporen hätten zurückgeführt werden können.

Während des Versuches hatte eine mit Brandsporen gefütterte Ratte — und zwar zweimal innerhalb der Versuchszeit — je vier gut entwickelte Junge geboren. Die weitere Entwicklung der Jungen des ersten Wurfes konnte nicht beobachtet werden, da sie am zweiten und dritten Tage nach der Geburt von den anderen Versuchsratten aufgefressen wurden. Von den vier Jungen des zweiten Wurfes haben sich drei Tiere — das letzte wurde vermutlich ebenfalls gefressen — sehr gut entwickelt und sind gesund geblieben.

Von den 5 mit Brandsporen gefütterten Ratten wurde die erste am 47. Tage des Versuches, nachdem sie insgesamt 116 g Brandsporen erhalten hatte, die zweite, dritte und vierte am 75. Tage nach Aufnahme von 200 g Brandsporen getötet; die fünfte Ratte war das Muttertier, dieses blieb der Jungen wegen am Leben. Bei der jedesmal unmittelbar nach dem Tode der Tiere vorgenommenen Obduktion konnten an den Organen der Bauchhöhle keine pathologischen, durch Brandsporen verursachte Veränderungen nachgewiesen werden. In der Leber von zwei Tieren fanden sich kleine, stecknadelkopfgroße, gelbe Knötchen, die sich bei der mikroskopischen Untersuchung als Exemplare des Cysticercus fasciolaris erwiesen. Der Verdauungskanal enthielt in allen Fällen mäßige Mengen auffallend dunklen, selbst schwarzen Futters; nach seiner Entfernung zeigte die Schleimhaut zunächst sowohl im Magen als auch im Darme an

vielen Stellen eine mehr oder weniger dunkelbraune Verfärbung. Diese war aber nur eine oberflächliche; denn unter der Einwirkung des Wasserstrahles lösten sich die braunen Partikel von der Oberfläche des Darmes schnell ab, und nach 12—24 stündiger Wasserspülung hatte die Schleimhaut des ganzen Magens und Darmkanales ein hellgraues Aussehen angenommen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung des Inhaltes aus Magen, Dickdarm und Enddarm, aufgeschwemmt in physiologischer Kochsalzlösung, konnten fast immer große Mengen vollständig unveränderter Brandsporen gefunden werden.

An den Organen der Brusthöhle waren wesentliche Veränderungen nur bei einem Tiere, das schon in der letzten Zeit Atembeschwerden gezeigt hatte, zu sehen; in der rechten Lunge dieser Ratte fand sich außer einzelnen punktförmigen Blutungen ein ca. hanfkorngroßer, eiteriger Erweichungsherd. Bei einer anderen Ratte konnte ebenfalls in der rechten Lunge ein kaum erbsengroßer, gelblich-weißer, ziemlich derber Herd festgestellt werden. Auch bei einem der Kontrolltiere waren nach der Tötung beide Lungen von harten, reichlich hirsekorngrößen Knoten durchsetzt.

Die sofort im Anschluß an die Tötung vorgenommene mikroskopische Untersuchung des Blutes und der verschiedenen Organe (Lunge, Leber, Milz, Nieren, Lymphdrüsen, Herz- und Körpermuskulatur, Gehirn), und zwar, soweit es sich um festes Gewebe handelte, in Form von Zupf- und Quetschpräparaten auf ihren Gehalt an Brandsporen verlief vollständig negativ. Auch in den bei der Obduktion als pathologisch verändert befundenen Lungenabschnitten konnten trotz eingehender Untersuchung einer ganzen Reihe gefärbter und ungefärbter Präparate nur Bakterien (Diplo- und Streptokokken), dagegen keine Brandsporen nachgewiesen werden.

Außerdem wurden noch von den einzelnen Organen eines jeden Tieres zahlreiche Schnitte zur genaueren histologischen Untersuchung angefertigt. Zu diesem Zwecke wurden die in kleine Stücke zerlegten Organe erst in einer Mischung von einem Teil Eisessig und drei Teilen absolutem Alkohol gehärtet und alsdann in toto in Hämalaun gefärbt. Die Organstückchen wurden nach entsprechender Vorbehandlung in Paraffin eingebettet; die Dicke der angefertigten Schnitte betrug 5—8 μ. Die Schnitte wurden mit Eosin nachgefärbt.

In Hunderten von Schnitten, die von den verschiedenen Organen angefertigt wurden, konnte indessen keine einzige Brandspore gefunden werden, selbst in den vom Darme angefertigten waren Sporen nicht nachweisbar. Auch ließen sich pathologisch-anatomische Veränderungen, die etwa auf die Verfütterung der Brandsporen hätten zurückgeführt werden können, in den Schnittpräparaten der verschiedenen Organe, den Darm und seine Schleimhaut nicht ausgenommen, nicht feststellen.

b) An Meerschweinchen.

Von den mit Brandsporen gefütterten 5 Meerschweinchen erhielt jedes 25 Tage lang 2 g, alsdann während 50 Tagen 3 g und schließlich noch 30 Tage lang 4 g Brandsporen, so daß die Tiere innerhalb der 105 Tage je ca. 320 g — also zum Teil mehr als ihr eigenes Gewicht — an Brandsporen aufgenommen hatten. Die Sporen waren zusammen mit etwas Weizen verabreicht worden, ferner bekamen die Tiere je

Digitized by Google

80 g Runkelrüben und 30 g Heu. Den Kontrolltieren wurde an Stelle des Brandsporenmaterials ca. 4 g Hafer pro Kopf gegeben. Die Versuchstiere nahmen während der ganzen Zeit das Brandsporenfutter gut auf. Das Befinden der Versuchstiere zeigte keinerlei Störungen, die auf den Genuß der Brandsporen hätten zurückgeführt werden können.

Die Obduktion der am Ende des Versuches getöteten Meerschweinchen ergab keine krankhaften Veränderungen der Organe. Die mit dem braunschwarzen Inhalte bedeckte Schleimhaut des Verdauungskanales ließ sich sehr leicht reinigen und gewann danach ein blaßgraues Aussehen; nirgends waren entzündliche Erscheinungen oder gar Defekte wahrnehmbar.

In den von allen Organen angefertigten Quetsch- und Zupfpräparaten konnten ebenso wenig wie im Blute bei der mikroskopischen Untersuchung Brandsporen gefunden werden; sie waren nur wieder im Darminhalt in mehr oder weniger großen Mengen nachweisbar.

In derselben Weise, wie dies bei den Ratten geschah, wurden auch von allen Organen der getöteten Meerschweinchen Schnittpräparate hergestellt. Die mikroskopische Untersuchung einer sehr großen Anzahl (mehrerer Hundert) der angefertigten Schnitte lieferte wieder ein durchaus negatives Ergebnis. In keinem Präparate, auch nicht in den vom Magen und Darmkanal angefertigten, konnten Brandsporen nachgewiesen werden.

Auf Grund unserer Fütterungsversuche mit reichlichem Brandsporenmaterial an Ratten und Meerschweinchen können wir daher die Liskunschen Beobachtungen nicht bestätigen. Denn bei der Obduktion der Tiere, die auch während der Versuchsdauer keinerlei Krankheitserscheinungen gezeigt hatten, fanden sich an keinem Organe Veränderungen, die auf die Einwanderung der Brandsporen hätten schließen lassen können. Der makroskopisch vollständig negative Befund wurde durch die mikroskopische Untersuchung des Blutes und der Organe bestätigt.

Vielleicht sind die Brandsporenbefunde Liskuns in den Organen seiner Versuchstiere durch einen Zufall zu erklären. In Laboratorien, in denen mit Brandsporen gearbeitet wird, ist bei der Herstellung von Schnittpräparaten für die histologische Untersuchung größte Vorsicht zu üben, um das nachträgliche Hineingelangen von Brandsporen in die Schnitte zu vermeiden. Wir haben selbst feststellen können, daß in einer unserer Kanada-Balsamproben Brandsporen enthalten waren und durch deren Verwendung in Präparate gelangten. In diesen Fällen lagen die Sporen aber nicht in, sondern auf dem Gewebe und nicht nur innerhalb, sondern auch außerhalb der Gewebsschnitte. An einzelnen Stellen war die Entscheidung schwer, ob die Brandsporen auf oder in dem Gewebe lagen, und es ist nicht ausgeschlossen, daß Täuschungen durch nachträglich in Schnittpräparate gelangte Sporen vorkommen.

Um die Wirkung von Brandsporen zu studieren, die künstlich in die Organparenchyme von Tieren gebracht wurden, haben wir Ratten, Meerschweinchen und Kaninchen in physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmte Brandsporen in eine Herzkammer oder in eine Ohrvene eingespritzt. Das Impfmaterial

Digitized by Google

wurde in der Weise hergestellt, daß 10 Ösen Brandsporen in 1 ccm physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt und diese schwarzbraune Emulsion zur Entfernung grober Bestandteile durch Gaze filtriert wurde. Von dieser Aufschwemmung ist alsdann eine Menge von 1 ccm in eine Herzkammer oder Ohrvene der Versuchstiere eingespritzt worden.

2. Intrakardiale Einspritzung von Brandsporen.

a) Bei Ratten.

Die etwas gewaltsame Art der Einverleibung der Brandsporen in das Herz wurde von den meisten Versuchstieren sehr gut ertragen. Die 5 Ratten, bei denen die intrakardiale Injektion gut gelang, erholten sich nach dem Eingrift sehr bald und blieben auch in der Folgezeit völlig munter.

Am 10. Tage nach der intrakardialen Einspritzung wurde sämtlichen Tieren Blut entnommen und mikroskopisch auf die Anwesenheit von Brandsporen untersucht. Es war jedoch nicht möglich, im Blute der Tiere Brandsporen oder deren Zerfallsprodukte nachzuweisen.

Am 20. Tage nach der Einspritzung wurde eine Ratte getötet und genau untersucht. Makroskopisch waren an den Organen keine pathologisch-anatomischen Veränderungen zu bemerken. Bei der mikroskopischen Untersuchung fanden sich weder im Blute, noch im Darminhalt, noch, abgesehen von der Lunge, in den zahlreichen Zupf- und Quetschpräparaten, die aus Teilen der einzelnen Organe angefertigt wurden, Sporen. In den aus Lungenmaterial angefertigten Quetschpräparaten waren dagegen außerordentlich zahlreiche, vollständig unveränderte Brandsporen zu sehen.

Ein zweites Versuchstier wurde am 70. Tage nach der Injektion von Brandsporen getötet und untersucht. Bei der Obduktion war an keinem Organe irgend welche krankhafte Veränderung nachzuweisen. Bei diesem Tiere wurden wieder sehr gut erhaltene und auch zahlreiche Brandsporen in den Lungen gefunden; die Parenchyme aller anderen Organe war ebenso wie das Blut brandsporenfrei.

Die 3 übrigen Ratten, denen Brandsporen in das Herz gespritzt worden waren, wurden am 80. Tage nach der Injektion getötet und untersucht. Auch die Untersuchung dieser Tiere ergab einen vollständig negativen makroskopischen Obduktionsbefund. Durch die mikroskopische Untersuchung war dagegen folgendes festzustellen: Während sich bei zwei Tieren wieder nur in den Lungen — sonst in keinem Organe — Brandsporen fanden, enthielt die dritte Ratte auch in anderen Organen, nämlich in der Leber, in der Milz, in den Nieren und im Herzmuskel ziemlich viele und gut erhaltene Brandsporen. Im Blute waren bei keinem Versuchstiere Brandsporen nachzuweisen.

Es ist anzunehmen, daß die Brandsporen ausschließlich in die Lungen gelangten, wenn die Einspritzung in die rechte Herzkammer erfolgte, in alle Organe dagegen, wenn bei der Injektion die linke Herzkammer getroffen wurde. Die Ablagerung der Brandsporen in den Lungen ist durch die Größe der Brandsporen einerseits, die Weite der Kapillaren andererseits begründet. Nach Angabe von Appel sind die Brand-

Digitized by Google

sporen 16—20 μ groß, während die Weite der Kapillaren zwischen 4 und 13 μ schwankt (Baum).

Der zunächst durch Untersuchung von Quetschpräparaten bei den letzten drei Tieren geführte Nachweis des Vorhandenseins von Brandsporen in den Organparenchymen wurde durch die mikroskopische Untersuchung von Schnittpräparatenserien bestätigt. In allen Organen, in denen auf die erstgenannte Art Sporen gefunden worden waren, wurden sie auch in den gefärbten Schnittpräparaten angetroffen.

Die Lungen, die in vier Fällen ausschließlicher, im fünften Falle vorwiegender Sitz der Brandsporen waren, enthielten sie im Interstitium, teils nur vereinzelt und zerstreut über das ganze Lungengewebe, nicht selten aber auch in haufenweiser Zusammenlagerung innerhalb der kleineren Blutgefäße und der Kapillaren. Sie hatten hier Anlaß zu multiplen Embolien und zur Bildung von submiliaren Knötchen gegeben. Diese Knötchen bestanden, abgesehen von den darin enthaltenen Brandsporen, aus einer großen Zahl dicht gedrängt beieinander liegender Zellen, deren Grenzkonturen sich vielfach nicht scharf abhoben, so daß sie insgesamt wie eine einheitliche Masse erschienen. Ferner waren in den Knötchen Zellen von polyedrischer Form und mit hellem, chromatinarmem, bläschenförmigem Kern (epithelioide Zellen), vertreten. Sehr häufig fanden sich Riesenzellen, die meistens den Brandsporen unmittelbar anlagen; da und dort schien es, als ob die Brandsporen ins Innere der Riesenzellen aufgenommen worden seien.

In weit geringerer Zahl als in den Lungen trafen wir die Brandsporen in den vom Herzmuskel, von der Leber, der Milz und den Nieren angefertigten Schnitten, soweit sie sich überhaupt in diesen Organen nachweisen ließen. Dies war, wie schon erwähnt, nur bei einer intrakardial geimpften Ratte der Fall.

Von den Schnitten durch den Herzmuskel enthielten einige die Brandsporen in reihenförmiger Anordnung. Sie lagen dicht zusammengedrängt und hatten das Lumen der Kapillaren, in die sie eingeschlossen waren, verstopft. Am Sitze der Brandsporen waren die Kapillaren ausgebuchtet und die benachbarten Muskelfasern auseinandergedrängt sowie teilweise zerfallen. An Stelle des Muskelgewebes war ein Gewebe getreten, das aus einer faserigen Grundsubstanz und spindelförmigen Zellen bestand.

In der Milz fanden sich die Brandsporen über das ganze Gewebe zerstreut vor, und zwar meistens einzeln liegend. Da, wo die Brandsporen zu mehreren beisammenlagen, hatte sich um sie ein Wall von dichtgelagerten Rundzellen gebildet. In der Umgebung einzeln liegender Brandsporen oder ihrer Reste konnte dagegen nur eine geringe Gewebsreaktion in Form einer Ansammlung weniger Rundzellen wahrgenommen werden.

Die Schnitte durch die Leber enthielten die Brandsporen gleichfalls nur in spärlicher Zahl. In ihrer nächsten Umgebung fand sich ein Kranz von Riesen- und Rundzellen, an die sich nach außen spindelförmige Fibroplasten und eine faserige Grundsubstanz anschloß.

In den Schnitten durch die Nieren waren wiederum nur vereinzelte Brandsporen nachzuweisen. Sie fanden sich hauptsächlich in der Rindenschicht und mehrfach innerhalb der Glomeruli. In der Nähe der Brandsporen lagen meistens nur einige

Digitized by Google

epithelioide Zellen, im übrigen war in den Präparaten keine Gewebsveränderung am Sitze der Brandsporen festzustellen.

Aus diesem Befunde ergibt sich, daß die durch die Blutbahn dem Tierkörper zugeführten Brandsporen in den verschiedenen Organen eine Gewebsreaktion auslösten von der Art, wie man sie bei der Anwesenheit von aseptischen Fremdkörpern zu sehen pflegt, und die in Gestalt einer Zellanhäufung und Bindegewebsproduktion zum Ausdruck kommt. Eine spezifische schädliche Wirkung dagegen vermögen nach den erhobenen Befunden die im Gewebe befindlichen Brandsporen nicht auszuüben.

b) Bei Meerschweinchen.

Ebenso wie bei Ratten, wurden bei Meerschweinchen Injektionen mit Brandsporen in die Blutbahn vorgenommen. Ein Meerschweinchen erhielt $^1/_2$ ccm, drei weiteren wurde 1 ccm der gleichen Brandsporenaufschwemmung, wie sie für die Injektion bei den Ratten verwendet worden war, in eine Herzkammer eingespritzt. Wie die Ratten, so überstanden auch die Meerschweinchen den schweren Eingriff der intrakardialen Injektion von brandsporenhaltiger Kochsalzlösung gut; sie blieben während der ganzen Versuchsdauer vollständig gesund.

Drei Meerschweinchen wurden 21 Tage nach der Einspritzung getötet und untersucht. Durch die Obduktion konnten makroskopisch an ihren Organen keine krankhaften Veränderungen festgestellt werden. Die mikroskopische Untersuchung vieler von den verschiedenen Organen angefertigter Zupf- und Quetschpräparate führte zum Nachweise zahlreicher, gut erhaltener Brandsporen in allen Parenchymen, besonders aber in den Lungen und im Herzmuskel.

Das 4. — weibliche — Meerschweinchen wurde in achttägigen Zwischenräumen gewogen; während es am Tage der Einspritzung ein Gewicht von nur 230 g hatte, betrug dieses 70 Tage später 524 g, das Tier hatte also in der angegebenen Zeit um fast 300 g zugenommen. Weitere Gewichtsfeststellungen wurden unterlassen, da das Meerschweinchen gedeckt und tragend wurde. Auch während der Trächtigkeit zeigte das Tier niemals irgend welche Störungen seiner Gesundheit, ging aber am 122. Tage nach der Einspritzung beim Geburtsakt zugrunde. Bei der Obduktion des sehr fetten Tieres wurden in der Gebärmutter 4 ausgetragene, sehr stark entwickelte Junge gefunden, von denen das erste infolge seiner außerordentlichen Größe nicht hatte geboren werden können.

An den Organen dieses Meerschweinchens waren, abgesehen von den durch eine Gebärmutterentzündung bedingten krankhaften Veränderungen, Abweichungen nicht zu finden. Diese Gebärmutterentzündung ist nicht als eine Wirkung der Brandsporen anzusehen. Es ergibt sich dies schon daraus, daß bei der mikroskopischen Untersuchung zahlreicher Quetschpräparate nur in den Lungen gut erhaltene, sonst aber in keinem Organe Brandsporen nachgewiesen werden konnten. Der histologische Befund war im übrigen derselbe, wie er an den Lungen der intrakardial geimpften Ratten erhoben werden konnte.

Digitized by Google

c) Bei Kaninchen.

Da, wie aus den Angaben einiger Autoren hervorgeht, nach der Verfütterung von Brandsporen bei kleinen trächtigen Tieren auch Abortus eingetreten sein soll, so suchten wir festzustellen, ob etwa bei trächtigen Kaninchen durch Einspritzung von Brandsporen in die Blutbahn Abortus erzeugt werden könne. Zwei in der Mitte der Trächtigkeit befindliche Kaninchen erhielten je 1 ccm brandsporenhaltiger physiologischer Kochsalzlösung durch eine Ohrvene in die Blutbahn eingespritzt. Die Tiere überstanden den Eingriff ohne Schaden, sie trugen normal aus und brachten lebensfähige Junge zur Welt. Eines der beiden Kaninchen fraß seine Jungen am ersten und zweiten Tage nach der Geburt auf, die des zweiten entwickelten sich dagegen sehr gut.

Das Ergebnis dieser an Kaninchen angestellten Versuche geht also dahin, daß durch die Einspritzung von Brandsporen in die Blutbahn bei Kaninchen ebenso wenig wie bei Meerschweinchen Abortus erzeugt werden kann.

Intrathorakale und intraperitoneale Einspritzung von Brandsporen.

Um endlich noch Aufschluß darüber zu erhalten, ob etwa in Körperhöhlen eingespritzte Brandsporen schädlich zu wirken vermögen, wurde bei Meerschweinchen die wiederholt erwähnte Brandsporenemulsion in die Brust- und Bauchhöhle eingespritzt.

Bei 4 Meerschweinchen wurde eine Injektion von Brandsporenaufschwemmung in die rechte Brusthöhle vorgenommen. Abgesehen von einer nur kurze Zeit anhaltenden Atembeschleunigung ertrugen die Tiere die Injektion sehr gut; sie zeigten auch bei der weiteren Beobachtung keine Krankheitserscheinungen.

Am 10. Tage nach der Einspritzung wurden die Meerschweinchen getötet. Bei der Obduktion konnte folgendes festgestellt werden: Die Einstichstellen waren bei allen Tieren deutlich zu erkennen und zeigten in der Umgebung des Stichkanales schwachrote Blutungen und in der Entwicklung begriffenes Narbengewebe von gelblichrotem Aussehen. Bei einem Meerschweinchen war an einer etwa stecknadelkopfgroßen Stelle die Lunge mit der Rippenwand durch schwieliges Narbengewebe von grauweißer Farbe verwachsen; im übrigen wies das Lungenparenchym keine pathologisch-anatomischen Veränderungen auf. Bei einem zweiten Meerschweinchen waren beide Lungen durch zarte Bindegewebsfasern mit dem Herzbeutel verwachsen. Bei den beiden anderen Meerschweinchen war der Befund an den Organen der Brusthöhle und auch sonst vollständig negativ.

Die Untersuchung der Brusthöhlen- und Herzbeutelflüssigkeit, des Lungengewebes und des Herzmuskels auf Brandsporen verlief ergebnislos; dagegen fanden sie sich in großen Mengen und gut erhalten in den in der Umgebung der Einstichstelle liegenden oberen Brustwandlymphdrüsen. Diese Lymphdrüsen waren vergrößert und ließen schon makroskopisch an ihrem braun-gelben Aussehen erkennen, daß sie Brandsporen enthielten.

Bei 3 Meerschweinchen wurde schließlich eine intraperitoneale Einspritzung von 2 ccm der Brandsporenaufschwemmung, bei 2 anderen von 3 ccm dieser Emulsion

Digitized by Google

vorgenommen. Die Injektion wurde von den Tieren ohne jede Störung ihres Allgemeinbefindens ertragen. Die beiden Meerschweinchen, denen 3 ccm der Brandsporenaufschwemmung injiziert worden waren, wurden am 3. Tage, die 3 anderen am 10. Tage nach der Einspritzung getötet und untersucht.

Bei den zuerst getöteten beiden Meerschweinchen war die Einstichstelle durch eine rosarote Verfärbung der Bauchwand und vereinzelte subperitoneale, punktförmige Blutungen gekennzeichnet. An der Bauchfellseite des Stichkanales fand sich ein etwa stecknadelkopfgroßer, schwarzbrauner, von einer dünnen Kapsel umgebener Knoten, dessen Inhalt bei der mikroskopischen Untersuchung fast nur aus Brandsporen bestand. Solche Knoten hafteten bei diesem Meerschweinchen an verschiedenen Stellen dem da und dort von kleinen Blutungen durchsetzten parietalen Bauchfell an und waren auch im Netze eingeschlossen; bei dem zweiten Meerschweinchen fanden sie sich dagegen ausnahmslos und zahlreich im Netz, entlang seiner Anheftungsstelle an der großen Krümmung des Magens. Bei diesem Meerschweinchen fanden sich auch noch in der Bauchhöhlenflüssigkeit vereinzelte Brandsporen vor. Die Organe der Bauchhöhle aber zeigten keine krankhaften Veränderungen und enthielten auch keine Brandsporen.

Bei den drei am 10. Tage nach der Injektion getöteten Meerschweinchen wurden nur an der Einstichstelle etwa erbsengroße Knoten, die dem Bauchfell fest aufsaßen und von einer grauweißen Kapsel umgeben waren, gefunden. Mit diesem Brandsporenknoten war bei dem einen Meerschweinchen ein Dünndarmabschnitt durch gelblichweiße Bindegewebsfasern verbunden. Die Organe der Bauchhöhle waren auch bei diesen Tieren vollständig unverändert.

Diese Versuche zeigen, daß die intraperitoneal oder intrathorakal eingespritzten Brandsporen für sich allein Krankheitserscheinungen bei Meerschweinchen nicht hervorzurufen vermögen. Die durch die einverleibten Brandsporen im Körper der Versuchstiere ausgelöste Reaktion war vielmehr eine rein örtliche und übereinstimmend mit derjenigen, wie sie durch aseptische Fremdkörper hervorgerufen wird.

Schlußsätze.

1. Die an 3 Rindern, 3 Schafen und 3 Ziegen mit Brandsporen angestellten Fütterungsversuche, bei denen jedes Rind während der 52tägigen Versuchsdauer insgesamt 9500 g, jedes Schaf und jede Ziege 4750 g reines Brandsporenmaterial erhielt, haben keinen Anhaltspunkt für die Annahme einer schädlichen Wirkung der Brandsporen ergeben.

Ebensowenig wie die Aufnahme der Sporen mit dem Futter hat sich die Inhalation und die Aufnahme in den Lidsack bei Rindern als nachteilig gezeigt.

2. Auch von kleinen Versuchstieren (Ratten und Meerschweinchen) wurden die mit dem Futter in großen Mengen verabreichten Brandsporen während einer Zeit von 75 Tagen (Ratten) und 105 Tagen (Meerschweinchen) gut ertragen; sie veranlaßten bei diesen Tieren keinerlei Gesundheitsstörung.

3. Abortus wurde bei trächtigen Ratten im Anschluß an die Brandsporenfütterung nicht beobachtet.

4. Bei der Obduktion der mit Brandsporen gefütterten kleinen Versuchstiere konnten makroskopisch krankhafte Veränderungen an den Organen, die auf die Fütterung der Brandsporen hätten zurückgeführt werden können, nicht festgestellt werden.

5. Die mikroskopische Untersuchung der Quetschpräparate sowie zahlreicher Schnittpräparate von allen Organen der zu den Fütterungsversuchen benutzten Versuchstiere auf das Vorhandensein von Brandsporen war völlig negativ.

Die von Liskun auf Grund seiner an kleinen Versuchstieren angestellten Fütterungsversuche behauptete schädliche Wirkung von Brandsporen hat durch unsere Untersuchungen keine Bestätigung erfahren.

6. Selbst die Einspritzung großer Mengen von Brandsporen in die Blutbahn rief bei Ratten, Meerschweinchen und Kaninchen keine Krankheitserscheinungen hervor, die durch die Anwesenheit von Brandsporen veranlaßt worden sein könnten. Die Versuchstiere blieben nach der Einspritzung am Leben und völlig gesund. Dasselbe war auch der Fall bei Meerschweinchen, denen die Brandsporen in die Brust- oder Bauchhöhle einverleibt worden waren.

7. Abortus trat bei einem trächtigen Meerschweinchen und zwei trächtigen Kaninchen nach der Einspritzung der Brandsporen in die Blutbahn nicht ein.

8. Bei der Obduktion kleiner Versuchstiere, denen Brandsporen intrakardial eingespritzt worden waren, konnten makroskopische Veränderungen nicht festgestellt werden; durch die mikroskopische Untersuchung dagegen wurden meistens nur in den Lungen, seltener in allen Organen mehr oder weniger zahlreiche Brandsporen selbst noch nach 122 Tagen nachgewiesen.

9. Bei der künstlichen Einverleibung von Brandsporen auf dem Wege der Blutbahn, in die Brust- oder Bauchhöhle der Versuchstiere haben die Brandsporen eine Gewebsreaktion ausgelöst, wie sie bei der Anwesenheit von aseptischen Fremdkörpern im Gewebe beobachtet wird. Eine spezifische schädliche Wirkung der Brandsporen konnte nicht festgestellt werden.

Nach Abschluß unserer Untersuchungen sind von Pusch, Honcamp und Zimmermann, sowie von Scheunert und Lötsch die Ergebnisse von Versuchen, die sich gleichfalls mit der Frage der Schädlichkeit der Brandsporen für Tiere beschäftigen, mitgeteilt worden.

Die von Pusch angestellten Versuche erstreckten sich auf 8 Kälber und 4 Ziegen. Die Kälber waren 1, 5 und $5\frac{1}{2}$ Monate alt und erhielten nach und nach gesteigerte

Digitized by Google

Brandsporenmengen (Tilletia laevis und Tilletia tritici) von 60—240 g und 250—1000 g an einem Tage. Den 4 Ziegen wurden wochenweise steigend täglich 60, 120, 240, alsdann bis zur 13. Woche 480 g Brandsporenfutter verabreicht. Auch zwei hochtragende Ziegen bekamen Brandsporenmaterial mit dem Futter, die eine 6780 g innerhalb 4, die andere sogar 12 720 g innerhalb 6 Wochen. Das Brandsporenfutter wurde von sämtlichen Versuchstieren anstandslos verzehrt. Der Gesundheitszustand der Tiere blieb trotz der großen Mengen brandsporenhaltigen Futters dauernd gut. Verwerfen ist bei den tragenden Ziegen nicht eingetreten.

Bei den von Honcamp und Zimmermann an der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Rostock angestellten Versuchen wurde verschiedenes Fütterungsmaterial benutzt. Das Material I war Getreideabfall, der in der Hauptsache aus Kleie und Spelzen bestand; es enthielt neben geringen Mengen Flugbrand große Mengen Steinbrandsporen (Tilletia tricti und Tilletia laevis) und roch sehr stark nach Trimethylamin. Das Material II war Getreideausputz und Getreideabfall; es wies viel Flugbrand und verhältnismäßig geringe Mengen von Steinbrandsporen auf. Bei der Materialprobe III handelte es sich um stark steinbrandhaltigen Weizen. Sämtliche drei Materialproben, die zu den Fütterungsversuchen verwendet wurden, enthielten nachweislich keimfähige Brandsporen.

Honcamp und Zimmermann stellten in erster Linie Versuche an Schweinen an. Ein drei Jahre altes, trächtiges Schwein erhielt täglich $^1/_2$ kg der Probe I und $^1/_4$ kg der Probe II mit seinem Futter. Schon am nächsten Tage war der bis dahin gut geballte Kot dünn und enthielt sehr viele Brandsporen. Am vierten Tage nach Beginn der Brandsporenfütterung warf die Sau 12 Ferkel, und zwar 8—9 Tage vor Ablauf der Trächtigkeitszeit. 4 Ferkel gingen schon am ersten Tage nach der Geburt ein; die übrigen 8 waren normal ausgebildet und entwickelten sich gut weiter, mit Ausnahme eines Ferkels, das an „Krämpfen“ starb. 13 Tage nach Beginn der Brandsporenfütterung zeigte das Versuchsschwein starken Durchfall und verminderte Freßlust. Diese Verdauungsstörungen verschwanden nach einigen Tagen trotz der weiteren Verfütterung der Brandsporen vollständig. Die Brandsporenfütterung wurde in der angegebenen Weise vom 1. November bis 4. Dezember durchgeführt, ohne daß das Mutterschwein oder die Ferkel irgend welchen Schaden genommen hätten. Nach dieser Zeit bekam das Schwein noch längere Zeit hindurch täglich $^1/_2$ kg der Probe III.

Ein 4 Monate altes Schwein, das von der erwähnten Zucht stammte, erhielt neben seinem Grundfutter je $^1/_2$ kg der Brandsporen enthaltenden Materialproben I und III, und zwar von der ersten etwa 4 Wochen, von der zweiten etwa 8 Wochen lang. Während der ganzen Dauer des Fütterungsversuches blieb das Tier gesund.

Weitere Fütterungsversuche wurden mit einer Kuh, einem Pferde, zwei Hammeln, mit Kaninchen, Hühnern und Tauben angestellt.

Eine Kuh erhielt 8 Tage lang täglich $^3/_4$ kg Brandstaub und blieb stets gesund.

Ein Pferd, das während etwa eines Monats insgesamt 48 kg der Probe III erhalten hatte, war stets gesund geblieben.

Zwei dreijährige Hammel bekamen 9 Tage lang — bei dreimaliger täglicher Fütterung — täglich je 50 g Brandstaub. An den Tieren war keinerlei Störung des

Digitized by Google

Allgemeinbefindens zu erkennen; vorübergehend hatte der Kot eine etwas weichere Beschaffenheit angenommen.

Interesse beanspruchen noch die Fütterungsversuche, die an zwei $^3/_4$ Jahre alten Kaninchen angestellt wurden. Diese Tiere waren am 26. und 27. Januar belegt worden. Sie erhielten am 5., 6. und 7. Februar ein Futter vorgesetzt, das aus 50 g Brandstaub (Probe I), 50 g Roggenschrot und 100 g Weizenbrand (Probe III) bestand. Die Tiere fraßen das Futter, wenn auch anfangs ungern. Vom 9.—15. Februar fraß sogar jedes Tier täglich 50 g Brandstaub, 50 g Roggenschrot und 50 g Brandweizen ohne Widerwillen. Vom 15. Februar an verzehrte jedes Tier täglich nur 120 g der Mischung. An den beiden darauffolgenden Tagen verweigerte das eine Kaninchen die Futteraufnahme gänzlich, am nächsten Tage nahm es sein Futter nur unvollständig auf. Da auch das zweite Kaninchen eine verminderte Freßlust zeigte, so wurde die tägliche Gabe auf 90 g (30 g Brandstaub, 30 g Roggenschrot, 30 g Brandweizen) herabgesetzt. Acht Tage vor Ablauf der Tragezeit, die am 26. Februar ihr Ende erreichen sollte, konnte nach den Angaben von Honcamp und Zimmermann festgestellt werden, daß beide Kaninchen nicht mehr tragend waren. Die Autoren nahmen deshalb an, daß die Tiere ziemlich frühzeitig verworfen haben.

Am 23. Februar wurden die Kaninchen von neuem belegt. In der ganzen Zwischenzeit war das erwähnte Futter stets restlos verzehrt worden. Am 22. März verweigerte das eine Kaninchen sein Futter, am Tage darauf brachte es elf Junge zur Welt. Am 2. Tage nach der Geburt stellte sich bei dem Tier starker Durchfall ein; am nächsten Tage verendete es. Als vermutliche Todesursache des Kaninchens wurden Lungenwürmer angesehen. — Das andere Kaninchen warf in der Nacht vom 25.—26. März 9 Junge: 4 Stück waren normal, 5 kümmerlich entwickelt; von den letzteren gingen im Laufe der nächsten Tage 4 Stück ein; die übrigen entwickelten sich normal.

In einem weiteren Fütterungsversuch erhielten 4 Kaninchen eine nicht näher angegebene Menge steinbrandhaltiger Körner von „Strubes Squarehead-Weizen“ und vom 2.—12. September solche von „Friedrichswerther begrannten Bergweizen“. Die Brandsporen waren im hohen Grade keimfähig. Irgend welche Gesundheitsstörungen konnten bei den Tieren nicht beobachtet werden.

Honcamp und Zimmermann stellten endlich noch Versuche mit einem Hahne und zwei Tauben an.

Der Hahn hat während einer etwa dreimonatigen Versuchszeit ungefähr 8,75 kg Brandweizen ohne jede Gesundheitsstörung aufgenommen.

Die beiden Tauben, von denen die eine zu Beginn des Versuches ausgewachsen, die andere gerade flügge war, bekamen in der Zeit vom 6.—23. September täglich zusammen 100 g Brandweizen (Materialprobe III). Die Tiere blieben während der ganzen Versuchsdauer gesund.

Aus ihren Versuchen schließen Honcamp und Zimmermann, „daß im allgemeinen die Verfütterung von Brandsporen nicht schädlich gewirkt hat, trotz der teilweise ziemlich erheblichen Menge brandhaltigen Materials und der in verschiedenen Fällen wochenlangen Verfütterung“. Jedoch will es den Versuchsanstellern scheinen,

„als ob man nicht so ohne weiteres stark brandhaltiges Futter unter allen Umständen für unschädlich erklären kann". Namentlich tragen sie Bedenken gegen die Verfütterung solchen Materials an tragende Tiere oder an solche, die an und für sich an Darmerkrankungen leiden.

Auf die vom Verbande landwirtschaftlicher Versuchsstationen im Deutschen Reiche gegebene Anregung sind auch im Physiologischen Institut der Tierärztlichen Hochschule in Dresden von Scheunert und Lötsch Fütterungsversuche mit Brandsporen bei Schweinen ausgeführt worden. Verfüttert wurde zusammen mit einem aus Milch, gekochten Kartoffeln und Weizen bestehenden Grundfutter brandsporenhaltiger Staub, der fast nur aus Sporen von Tilletia laevis und Tilletia tritici bestand. Von den fünf zu den Versuchen benutzten Schweinen dienten zwei als Kontrolltiere. Die Brandsporenzulage war eine verschiedene und wurde je nach der Größe des Schweines periodenweise vermehrt. Schwein I erhielt während der Versuchsdauer (2. Juli bis 12. Oktober 1909) von täglich 100 auf 1500 g gesteigerte Brandsporenmengen. Bei Schwein II bewegten sich die Tagesmengen an Brandsporen zwischen 70 und 1000 g und bei Schwein III zwischen 60 und 600 g. Trotzdem die Tiere während der Versuchsdauer außerordentlich große Mengen von Brandsporen aufgenommen hatten, war eine Gesundheitsschädigung bei ihnen nicht zu beobachten gewesen. Zwar trat vorübergehend bei allen 3 Versuchsschweinen ein nässendes Ekzem ein, es ließ sich jedoch ein ursächlicher Zusammenhang dieses Hautexanthems mit der Brandsporenfütterung einwandsfrei nicht erkennen, obwohl die Kontrolltiere sich diese Hautkrankheit nicht zugezogen hatten.

Zur Prüfung der Frage, ob vielleicht eine Reizung der Darmschleimhaut eine schädliche Wirkung der Brandsporen begünstige, erhielten die Versuchstiere an einem Tage zweimalige Gaben von Glaubersalz und Kalomel. Daraufhin stellte sich bei ihnen ein ziemlich heftiger Durchfall ein; trotzdem war aber eine schädliche Wirkung des Brandsporenfutters nicht festzustellen.

In einer zweiten Versuchsreihe wurden „Brandbutten" an junge, wachsende Schweine verfüttert und anschließend daran die Wirkung eines gleichzeitig und während längerer Zeit verabreichten Abführmittels studiert. Trotz sehr großer Gaben von Brandsporen (bis zu 300 g an einem Tage) und sehr starker Darmreizung durch Glaubersalz war bei den 5 Wochen alten Versuchsschweinen irgend welche Schädigung infolge der Brandsporenfütterung nicht zu beobachten.

Endlich haben Scheunert und Lötsch noch Versuche mit einem trächtigen Schweine angestellt. Dieses erhielt während einer 38 tägigen Versuchsdauer ebenfalls sehr große Mengen (insgesamt 26 kg) Brandweizen. Das Tier brachte aber nach normaler Tragezeit voll entwickelte Junge zur Welt, die sich trotz weiterer Brandweizenfütterung an das Muttertier gut entwickelten.

Scheunert und Lötsch ziehen aus ihren Versuchen den Schluß, daß bei der von ihnen gewählten Versuchsanordnung (gute Stallverhältnisse und Pflege, tadelloses Beifutter) die Verfütterung brandiger Futtermittel an Schweine unschädlich sei.

Die Versuchsergebnisse von Scheunert und Lötsch bestätigen somit die von uns an Rindern, Schafen und Ziegen gewonnenen Resultate. Bei den Scheunert-

Lötschschen Versuchen ist zu beachten, daß die Versuchsschweine ungeheure Mengen von Brandsporen mit dem Futter erhalten haben.

Die Versuche von Honcamp und Zimmermann haben zwar gleichfalls „im allgemeinen“ die Unschädlichkeit von Brandsporen erwiesen. Die Versuchsansteller machen jedoch einen gewissen Vorbehalt insoweit, als trächtige und an Verdauungsstörung leidende Tiere in Betracht kommen. Diese Einschränkung findet allerdings bei näherer Prüfung ihrer Versuche keine hinreichende Stütze. Denn das bei den beiden Versuchskaninchen angeblich eingetretene Verwerfen ist — sofern nicht bei der Feststellung der Trächtigkeit überhaupt ein Irrtum vorkam, was bei dem Fehlen jeglicher Anhaltspunkte für ein tatsächlich erfolgtes Verwerfen sehr wahrscheinlich ist — bei dieser Tiergattung, wie unsere Beobachtungen an einer großen Zahl von Zuchtkaninchen lehren, ebenso wie die kümmerliche Entwicklung einzelner Tiere eines Wurfes, ein nicht allzu selten beobachtetes Vorkommnis. Der im Anschlusse an die Geburt eingetretene Tod eines Kaninchens kann erst recht nicht auf die Brandsporenfütterung zurückgeführt werden, da der Gebärakt auch unter anderen Verhältnissen nicht selten zu tödlicher Erkrankung des Muttertieres führt. Honcamp und Zimmermann nehmen übrigens selbst nicht an, daß das letztgenannte Kaninchen infolge der Brandsporenfütterung starb, glauben vielmehr, daß Lungenwürmer den Tod des Tieres veranlaßt haben.

Daß selbst in den Fällen, wo eine Darmreizung bestand oder besteht, ein schädlicher Einfluß der Brandsporenfütterung sich nicht geltend macht, geht sowohl aus unseren Versuchen, wie auch aus denjenigen von Pusch, sowie von Scheunert und Lötsch hervor.

Durch alle in neuerer Zeit angestellten Versuche dürfte der Beweis für die Unschädlichkeit der mit dem Futter von Haustieren aufgenommenen Brandsporen erbracht sein. Denn bei diesen Versuchen wurde brandsporenhaltiges Material in Mengen verabreicht, wie sie unter natürlichen Verhältnissen wohl kaum in Frage kommen. Wer jetzt noch an der Unschädlichkeit des brandsporenhaltigen Futters zweifeln zu sollen glaubt, dürfte den einwandfreien Beweis für die Schädlichkeit brandsporenhaltigen Futters zu erbringen haben.

Literatur.

1. Adam (sen.), Paralytische Erkrankungen bei Rindern. Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 18, 1874, Nr. 43, S. 377—382.

2. Adam (jun.), Vergiftung von Wiederkäuern durch Tilletia Caries. Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 20, 1876, Nr. 43, S. 362—364 und S. 369—374.

3. Albrecht (Bromberg), Vergiftungen durch Stinkbrand des Weizens bei Rindvieh. Neue Landwirtschaftl. Zeitung, Jahrg. 17, 1868, S. 289—292.

4. Albrecht (München), Mitteilungen über kleine Versuche an trächtigen Haustieren. Jahresber. d. Königl. Tierärztl. Hochschule in München 1894/95, S. 67—72.

5. Derselbe, Ein Fütterungsversuch mit brandigem Mais. Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 46, 1902, Nr. 8, S. 85—89.

Digitized by Google

6. Appel und Koske, Versuche über die Wirkung einiger als schädlich verdächtiger Futtermittel. Arb. a. d. Kaiserl. Biol. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, Bd. 5, 1907, Heft 7, S. 361—365.

7. Bastin, Vergiftung von 5 Füllen durch gegorenen Roggen. Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 24, 1880, Nr. 22, S. 182—183.

8. Bericht über das Veterinärwesen im Königreich Sachsen f. d. J. 1889, Jahrg. 34, 1890, S. 88.

9. Berndt, Bronchitis suppurativa bei einem Schweine, verursacht durch die Sporen von Tilletia Caries. Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 24, 1880, Nr. 11, S. 79—80.

10. Bertsche, Landwirtschaftliche Tierzucht Nr. 174, 1885; zitiert nach Dammann (11).

11. Dammann, Die Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Haussäugetiere, III. Aufl., 1902, S. 478—488.

12. Dieckerhoff, Spezielle Pathologie und Therapie, Bd. 2, 1903.

13. Eckmeyer, Brandpilzvergiftung. Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 35, 1891, Nr. 4, S. 41.

14. Franck, Jahresber. d. Königl. Zentral-Tierarzneischule München 1869/70, S. 22.

15. Friedberger und Fröhner, Lehrbuch der speziellen Pathologie und Therapie der Haustiere. VII. Aufl., Bd. I, 1908, S. 191—195.

16. Fröhner, Lehrbuch der Toxikologie für Tierärzte. 1901, S. 308—311.

17. Gerlach, Wirkung des Weizenbrandes auf tragende Kühe. Magaz. f. d. ges. Tierheilk., Jahrg. 7, 1841, S. 214—217.

18. Derselbe, Handbuch der gerichtlichen Tierheilkunde. 1872, S. 834—836.

19. Großmann, Veterinarius, 1899, Nr. 10, zitiert nach Dammann (11).

20. Haselbach, Abortus bei Kühen nach dem Genusse von Ustilago Maidis. Magaz. f. d. ges. Tierheilk., Jahrg. 26, 1860, S. 211—212.

21. Haubner, Die Gesundheitspflege der landwirtschaftlichen Haustiere. Dresden 1881, S. 479—486.

22. Herele, Pilzvergiftung beim Rindvieh. Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 22, 1878, Nr. 22, S. 233—235.

23. Hohenleitner, Vergiftung durch Weizenbrandpilz. Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 34, 1890, S. 222—223.

24. Honcamp und Zimmermann, Untersuchungen über das Verhalten von Brandsporen im Tierkörper und in Stallungen. Zentralbl. f. Bakteriologie, Parasitenk. u. Infektionskrankheiten. II. Abt., Bd. 28, S. 590—607.

25. Hutyra und Marek, Spezielle Pathologie und Therapie der Haustiere. III. Aufl., 1910, Band 2, S. 189.

26. Klimmer, Veterinärhygiene. Berlin 1908, S. 204—223.

27. Koch, Vergiftung durch Tilletia Caries? Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 21, 1877, S. 25—29.

28. Kögl, Vergiftung durch Tilletia Caries. Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 41, 1897, Nr. 21, S. 200.

29. Köpke, Vergiftung durch Schilfgras, welches Brandpilze enthielt. Mitt. a. d. Tierärztl. Praxis im Preuß. Staat. 1876, S. 112 und 1878 S. 137.

30. Liskun, Wirkung der Brandsporen auf Tiere. Arb. d. pathol.-anat. Labor. d. Kaiserl. Inst. f. exper. Medizin. St. Petersburg 1908 (russisch).

31. Mackh, Pilzvergiftungen bei Pferden und Rindvieh. Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 34, 1890, Nr. 43, S. 390.

32. Martin, Vergiftung durch Stroh von brandigem Hafer. Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 34, 1890, Nr. 43, S. 393.

33. Mitteilungen a. d. amtl. Veterinär-Sanitätsberichten. Berichtsjahr 1888/89 und 1889/90.

34. Neidhardt, Vergiftung durch Weizenbrandpilz. Zeitschr. f. Tiermedizin u. vergl. Pathol. Bd. 16, 1890, Heft 3/4, S. 301.

35. Pusch, Ist Tilletia Caries imstande, Erkrankungen bei unseren Haustieren hervorzurufen und verlieren die Sporen durch den Verdauungsprozeß ihre Keimkraft? Zeitschr. f. Tiermediz. u. vergl. Pathol. Bd. 19, 1893, Heft 5/6, S. 381—404.

36. Derselbe, Sonderabdruck aus den Landwirtschaftlichen Versuchsstationen, Bd. LXXIV, S. 365—366.

Digitized by Google

37. Rucker, Ein Fall von Wasenmeisterkrankheit. Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 45, 1901, Nr. 51, S. 601—603.

38. Scheunert und Lötsch, Fütterungsversuche mit Tilletia. Zeitschr. f. Infektionskr., parasitäre Krankh. u. Hyg. d. Haustiere, I. Bd., 3./4. Heft, 1911, S. 177.

39. Schlegel, Bericht über die Tätigkeit des tierhygienischen Instituts der Universität Freiburg i. Br. in den Jahren 1906 und 1907. Zeitschr. f. Tiermediz. Bd. 12, 1908, S. 307.

40. v. Tubeuf, Bedeutung der Brand- und Rostpilze im Futter für die Gesundheit der Haustiere. Fühlings landwirtschaftl. Zeitung Jahrg. 53, 1904, S. 467.

41. Derselbe, Studien über Brandkrankheiten des Getreides und ihre Bekämpfung. Arb. a. d. Biol. Anstalt f. Land- u. Forstwirtschaft, II. Bd., 1902, S. 179.

42. Veröffentlichungen a. d. Jahres-Vet.-Berichten d. beamtet. Tierärzte Preußens f. d. J. 1900. II. Teil, Berlin 1901, S. 10.

43. Vogel, Tod durch Brandpilze bei Pferden. Repert. f. Tierheilk. Jahrg. 40, 1879, S. 137—151.

44. Wankmüller, Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 28, 1884, S. 313, zitiert nach Dammann (11).

45. Weiskopf, Vergiftungen durch Tilletia Caries. Wochenschr. f. Tierheilk. u. Viehz. Jahrg. 33, 1889, S. 332—335.

Züchtung von Tuberkelbazillen aus Sputum mit Hilfe der Uhlenhuthschen Antiforminmethode unter Verwendung von Eiernährböden.

Von

Dr. Schoenburg,

Königl. Sächs. Oberarzt, kommandiert zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Es dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, daß das von Uhlenhuth-Xylander angegebene Antiformin-Verfahren zur Anreicherung von Tuberkelbazillen aus dem Sputum alle anderen Methoden übertrifft. Vor allem bedeutungsvoll bei dem Antiformin-Verfahren ist der Umstand, daß das Antiformin, während es alle möglichen organischen Substanzen, wie Schleim, Kot, Haut, Haare, Keratin und Chitin in kurzer Zeit bis auf kaum sichtbare Reste auflöst, Wachs und wachsartige Substanzen so gut wie nicht beeinflußt.

Durch diese Eigenschaft des Antiformins werden die säurefesten Bakterien, da sie Fettwachshüllen besitzen, weder wie andere Bakterien aufgelöst, noch, bei geeigneten Verdünnungen des Antiformins, überhaupt geschädigt. Die Resistenz säurefester Bakterien geht sogar so weit, daß sie in konzentrierten Mischungen (50 %) noch nach 6 Stunden lebensfähig bleiben.

Die Tuberkelbazillen lassen sich daher mit Hilfe des Antiformins leicht auch aus stark verunreinigtem Sputum isolieren und, auf zusagende Nährböden gebracht, in Reinkultur züchten.

Die Züchtung der Tuberkelbazillen direkt aus Sputum, eine bislang sehr schwierige und vielen Mißerfolgen ausgesetzte Aufgabe, wurde damit ganz wesentlich erleichtert. Aber selbst Uhlenhuth und Kersten hatten bei ihren Versuchen immer noch einen gewissen Prozentsatz von Fehlschlägen (ca. 30 %) zu verzeichnen.

Einer Anregung von Herrn Geheimrat Uhlenhuth folgend, habe ich versucht, nach dem Vorgange von Brown und Smith durch Verwendung von vielleicht noch günstigeren Nährböden, als es das Glyzerin-Serum ist, die Methode noch sicherer zu gestalten.

Haben meine Versuche auch, wie gleich hier vorausgeschickt sei, hinsichtlich der Zahl der positiven Erfolge keinen wesentlichen Fortschritt gebracht, indem auch ich 20 % Versager hatte, so geben sie doch eine Grundlage für die Bewertung von

Digitized by Google

zwei Arten von Eiernährböden ab, die als Ersatz für die nicht immer leicht zu beschaffenden Serum- bezw. Glyzerin-Serum-Nährböden empfohlen worden sind.

Einige kleinere Modifikationen der Vorbereitung des Impfmaterials, wie z. B. Abstumpfung der schwachen Reste des Alkalis durch Säurezusatz u. a. führten nicht zu verwertbaren Ergebnissen, weshalb ich sie hier übergehe.

Die von Uhlenhuth-Kersten angegebene Methode, deren ich mich zur Vorbehandlung des Impfmaterials bedient habe, ist kurz folgende:

Man nimmt in einen Meßzylinder 20—30 ccm Sputum, füllt bis auf 85 ccm mit destilliertem Wasser auf und setzt 15 ccm reines Antiformin hinzu, so daß eine 15 %-Mischung entsteht. Ist weniger Sputum vorhanden, so stelle man die Lösung so her, daß Sputum + Aqua destillata + Antiformin eine 15 %ige Antiforminmischung ausmachen.

Eigentlich soll, soweit das sich ermöglichen läßt, das Sputum möglichst steril gewonnen werden, d. h. der Patient soll sich vor dem Husten den Mund mit einem Desinfiziens spülen, das Sputum soll in sterile, trockene Gefäße entleert werden usw. Ich habe gar keine Maßregeln derart treffen lassen, sondern das Sputum, so wie es gerade aufgefangen war (also häufig mit Leitungswasser vermengt), verarbeitet und trotzdem gute Resultate erzielt.

War das Sputum mit viel Wasser vermengt, so habe ich dies teilweise abgegossen und dann bei Herstellung des Antiformingemisches entsprechend weniger destilliertes Wasser zugesetzt, so daß immer eine 15—20 %ige Antiforminmischung entstand.

Das Gemisch goß ich in große Erlenmeyer-Kolben mit breitem Boden, in denen man die Homogenisierung gut beobachten kann. Unter gelegentlichem Umschütteln ließ ich die Mischung 1—2 Stunden, je nach Homogenisierung des Sputums, bei Zimmertemperatur stehen. Darauf füllte ich das Gemisch in Zentrifugenröhrchen mit abgerundetem Boden und zentrifugierte ½ Stunde auf einer gewöhnlichen Wasserzentrifuge, goß die Antiforminlösung vom Bodensatz ab, setzte sterile physiologische Kochsalzlösung zu und rührte dann den Bodensatz mit einer Platinnadel auf. Nach ½ stündigem Zentrifugieren wird der Bodensatz, nachdem die Kochsalzlösung abgehebert ist, auf Nährböden verrieben.

Als Nährböden habe ich neben dem gebräuchlichen Glyzerinserum auch Eiernährböden benutzt.

In The Journal of Medical Research vom Juni 1910 berichten Brown und Smith über sehr günstige Erfolge mit dem von Dorset angegebenen Eiernährboden. Es gelang ihnen, aus 35 Sputis, in denen Tuberkelbazillen mikroskopisch nachgewiesen waren, 33 Reinkulturen, also in 94 %, zu erzielen. Die beiden Versager der tuberkelbazillenhaltigen Sputa wurden ein zweites Mal verarbeitet und aus dem einen eine Reinkultur gewonnen. Das zweite enthielt mikroskopisch keine Tuberkelbazillen mehr und die Züchtung war negativ. Ferner glückte es den Autoren, aus 15 Sputis, die von Patienten stammten, die nur gelegentlich Bazillen ausschieden, und in denen sie bei der mikroskopischen Untersuchung keine Tuberkelbazillen gefunden hatten, viermal Reinkulturen herzustellen, d. h. in 27 %.

Die Autoren bedienten sich einer 15 %igen Antiforminmischung, ließen das Antiformin 1 Stunde einwirken, zentrifugierten und wuschen dreimal das Sediment mit destilliertem Wasser.

Aus ihren Versuchen ziehen Brown und Smith den Schluß, daß es leichter gelingt, Tuberkelbazillen aus dem Sputum auf „Dorset“ zu züchten, als auf Blutserum oder Glyzerinagar. Die Verfasser führen die Unterschiede des Wachstums auf den verschiedenen Nährböden darauf zurück, daß das Antiformin die Tuberkelbazillen in gewissem Grade schädige; ihre Säurefestigkeit werde auch vermindert durch Beeinflussung der Wachshüllen. Nun seien in den Eiernährböden, dagegen nicht im Serum und Glyzerinagar, beträchtliche Mengen von Lecithin vorhanden und Lecithin begünstige das Wachstum der Tuberkelbazillen.

Erstaunlich ist die kurze Zeit, in der das Wachstum der Tuberkelbazillen auf den Dorsetschen Eiernährböden sichtbar wurde, nämlich nach 9—12 Tagen.

Die Herstellung des Dorsetschen Nährboden ist folgende: Nach Öffnen der sterilisierten Eierschalen (s. u.) wird das Eiweiß und Eigelb (mit Hilfe von Glasperlen) durcheinander gemischt und sterilisiertes destilliertes Wasser in der Menge von 25 Volumenprozent zugefügt. Das Gemisch wird in Röhrchen gefüllt und im Blutserumkoagulator bei 85° C zum Erstarren gebracht und in 3 Tagen je 2—3 Stunden bei 85° sterilisiert.

Die Erfahrungen, die ich mit dem Dorsetschen Nährboden gemacht, sollen später im Vergleich zu den anderen besprochen werden.

Daß Tuberkelbazillen auf Nährböden mit Eigelbzusatz vorzüglich wachsen, ist bereits i. J. 1896 von Capaldi (Zentralbl. f. Bakteriol., B. 20, S. 800) mitgeteilt worden. Der Autor verflüssigte gewöhnlichen Agar, setzte einige Ösen steril entnommenes Eigelb hinzu und ließ wieder erstarren, eine nachherige Sterilisation fand nicht statt. Er erhielt auf diesem Nährboden und ebenso bei Zusatz von Lecithin (aus Eigelb gewonnen) zu Agar üppiges Wachstum von Tuberkelbazillen.

In Nr. 24 der Hygienischen Rundschau vom Jahre 1907 gibt Lubenau neben Eigelbnährböden für Diphtheriebazillen auch solche für Tuberkelbazillen an. Die besten Resultate gewann er mit einem Nährboden, der zu gleichen Teilen aus Eigelb und 3 %iger Glyzerinbouillon (mit Soda gegen Lackmus neutralisiert) bestand, demnach 1½ % Glyzerin enthielt. Lubenau erprobte die Eigelbnährböden an Reinkulturen von Tuberkelbazillen, die er auf 3 % Glyzerinagar gezüchtet hatte. Auf Eigelb-Glyzerinbouillon-Nährböden gebracht, erhielt er schon nach 30—60 Stunden makroskopisches Wachstum und nach 7—11 Tagen üppigen Belag.

Lubenau hebt hervor, daß man auf Eierröhrchen viel bequemer und rascher ergiebige Ernten von Tuberkelbazillen erhielte, als mit Glyzerinbouillon-Schwimmkulturen.

Die Herstellung des von Lubenau angegebenen Nährbodens ist folgende:

Die Eierschalen werden in heißem Seifenwasser abgewaschen, hierauf in eine Schale mit Alkohol gelegt, um die Seife abzuspülen, sodann in eine trockene Petrischale gebracht und der noch anhaftende Alkohol abgebrannt. Mit einem sterilen Messer schlägt man Löcher in die Eipole und läßt zunächst das Eiweiß ablaufen. Hierauf wird das Abflußloch mit einer Pinzette erweitert zum Ablassen des zähen Eigelbs. Mengt sich etwas Eiweiß dem Eigelb bei, so schadet das nichts. Das Eigelb wird in einem sterilen Gefäße aufgefangen und mit Hilfe von sterilen

Digitized by Google

Glasperlen energisch durchgeschüttelt. Erst dann wird Bouillon zugesetzt und durch kräftiges Schütteln vermischt. Als Bouillon wird gewöhnliche, filtrierte, sterilisierte, mit 3 % Glyzerin versetzte Fleischwasserbouillon verwendet, die mit Soda neutralisiert ist. Diese Bouillon wird zu gleichen Teilen mit Eigelb vermengt. Da ein Ei etwa 18—20 ccm Eigelb enthält, müssen zu 100 ccm Bouillon 5—6 Eier verwendet werden.

Die Eigelb-Bouillon-Mischung wird in Röhrchen abgefüllt, die im Serumapparat bei 85 bis 90° zum Erstarren gebracht werden, indem man sie an 3 Tagen je 2—3 Stunden erhitzt. Um Eintrocknen der Röhrchen zu vermeiden, empfiehlt es sich in den Serumerstarrungsapparat eine offene Schale mit Wasser aufzustellen.

Mit diesen beiden Eiernährböden, dem Lubenau- und Dorsetschen, wie ich sie der Kürze halber bezeichnen möchte, habe ich aus 10 nach der Antiforminmethode behandelten Sputis Reinkulturen zu erzielen versucht und 8 mal ein positives Ergebnis erhalten. Gleichzeitig habe ich mich des gebräuchlichen Glyzerin-Serums bedient und also für jedes Sputum 6 Glyzerin-Serum-Röhrchen, 6 Lubenau (Eigelb + 3%ige Glyzerinbouillon) und 6 Dorset (Eiweiß + Eigelb + destill. Wasser) angelegt. Die Einzelheiten der Versuchsergebnisse sind aus den am Schlusse der Mitteilung befindlichen Tabellen 1—12 zu ersehen.

Die Sputa stammten von verschiedenen Patienten und enthielten teils viele teils nur wenige Tuberkelbazillen. Die mikroskopische Untersuchung geschah vor und nach der Anreicherung mit Antiformin.

3 Sputa enthielten viel Tuberkelbazillen; 3 Sputa mäßig viel und 4 wenig. Aus diesen 4 Sputis mit wenig Tuberkelbazillen gelang zweimal die Züchtung von Tuberkelbazillen auf keinem der 3 Nährböden. Bei einem Sputum (Tab. 11) versagte nur das Glyzerin-Serum, während auf den beiden Eiernährböden gutes Wachstum erzielt wurde.

Was die Zahl der positiven Röhrchen bei den einzelnen Versuchen anbetrifft, so überwog die Zahl der positiven Glyzerin-Serum-Röhrchen nur einmal, die Zahl der positiven „Lubenau“ 3 mal; einmal waren Serum und Lubenau gleich; 3 mal wies „Dorset“ die meisten positiven Röhrchen auf. 3 mal waren sämtliche 6 angelegten Lubenau-Röhrchen positiv, dagegen alle 6 Dorsetschen nur einmal. Von den 6 Serumröhrchen waren 2 mal je 5 positiv.

Makroskopisches sichtbares deutliches Wachstum trat bei den Serumröhrchen durchschnittlich nach etwa 21 Tagen, bei „Lubenau“ nach etwa 16—17 Tagen, bei „Dorset“ nach etwa 20 Tagen auf. Das Erkennen des Wachstums und seine sichere Feststellung ist bei dem Dorsetschen Nährboden ungleich schwerer als bei den anderen, da die Kolonien sehr klein und wenig erhaben sind.

Bei Sputum 2 (Tabelle 2), das nur wenig Tuberkelbazillen enthielt, trat bei allen Kulturen das Wachstum erheblich später auf, bei „Lubenau“ nach 28 Tagen, bei Serum und „Dorset“ erst nach 44 Tagen; allerdings hatte ich die Röhrchen 6 Tage nicht angesehen, so daß das Wachstum vielleicht doch einige Tage früher aufgetreten war. Bei dieser Serie traten auf allen 3 Nährböden nur ganz vereinzelte, auf „Lubenau“ aber sehr üppige Kolonien auf.

Überhaupt unterschied sich auch sonst das Wachstum auf den verschiedenen Nährböden ganz wesentlich voneinander. Während auf „Lubenau“ die Kolonien

Digitized by Google

mehr vereinzelt und meist sehr üppig wuchsen, zeigten die auf „Dorset“ ein mehr diffuses, wenig erhabenes Wachstum. Die Dorsetschen Nährböden wiesen zwar mehr, aber kleine, oft kaum wahrnehmbare, im Vergleich zu den Lubenauschen dürftige Kolonien auf. In einem Falle (Tab. 2), wo das Wachstum sehr spät auftrat, erreichten die nur vereinzelt gewachsenen Kolonien auf „Lubenau“ die Größe etwa eines Apfelkerns, einen Durchmesser von einigen mm. Die Kolonien waren breit aufsitzend und borkig, von gelbbrauner Farbe; sie wurden durch Meerschweinchenimpfung als echte Tuberkelbazillen festgestellt.

Im allgemeinen gaben die Lubenauschen Nährböden so viel Tuberkelbazillen, daß man zur Gewinnung großer Mengen auf Bouillon-Züchtung verzichten konnte. Das Wachstum boviner Tuberkelbazillen habe ich nicht ausprobiert. Wenn diese auf Lubenau ebenso üppig wachsen, wie die humanen, könnte man leicht auf den Lubenauschen Eiernährböden die z. B. für Rinderimpfungen erforderlichen großen Mengen gewinnen.

Einen großen Nachteil weisen beide Eiernährböden insofern auf, als es mir auch bei Weiterimpfung auf denselben Nährböden nicht gelungen ist, von ihnen Bouillon-Schwimmkulturen anzulegen. Es war mir nicht möglich, mit dem Platinspatel zusammenhängende Kolonien abzuheben, ohne Teile vom Nährboden mitzunehmen, während dies bekanntlich von dem Serumröhrchen aus leicht gelingt. Die Oberfläche der erstarrten Eiernährböden ist nicht so schön glatt wie die des erstarrten Serums. Die Kolonien sind mit dem Nährboden inniger verwachsen.

Das Überimpfen von einem Röhrchen auf ein zweites der gleichen Art, ebenso von einem Nährboden auf einen anderen gelang anstandslos (Tab. 4). Auch da zeigte sich das rascheste Wachstum auf „Lubenau“ und zwar schon am dritten Tage nach der Beschickung der Röhrchen. Auch war das Wachstum auf „Lubenau“ ein sehr üppiges, aber mehr in einzelnen Kolonien, und nicht so flächenhaft, wie man es beim „zweiten“ Röhrchen gern hat und auf Serum leicht erzielt. Das von Serum und „Lubenau“ abgenommene Material verhielt sich auf anderen Nährböden ungefähr gleich. Dagegen blieb das von Dorsetschen Nährböden entnommene Material hinter den anderen an Schnelligkeit des Wachstums und Üppigkeit zurück.

Was die Verunreinigung resp. Verflüssigung der Nährböden anbetrifft, so wurden von den Serum-Röhrchen und den Lubenauschen die gleiche Anzahl unbrauchbar, von den Dorsetschen Röhrchen wesentlich mehr. Von den in den Tabellen angegebenen erwiesen sich im ganzen je 12 Serum- und Lubenau-Röhrchen als verunreinigt oder verflüssigt, von den Dorsetschen Röhrchen aber 23. Während bei den Glyzerinserum-Röhrchen die Verunreinigung oder Verflüssigung sehr bald auftrat, erlebte ich es bei den Eiernährböden, daß oft erst nach Wochen, als schon üppige Kolonien von Tuberkelbazillen aufgetreten waren, Verunreinigung mit fremden Keimen sichtbar wurden. Verunreinigungen ungeöffneter positiver Serumröhrchen habe ich nur einmal (Tab. 1) beobachtet, bei positiven Eiernährböden oft.

Zur Beurteilung der Frage, ob sich Eiernährböden besser als Glyzerinserum zur Züchtung von Tuberkelbazillen, die nur in geringer Anzahl im Sputum vorhanden

Digitized by Google

sind, bewähren, stand mir nur wenig Material zur Verfügung. Ich habe 4 Sputa, die nur sehr wenig Tuberkelbazillen enthielten (Tab. 2, 6, 8, 12), verarbeitet und zweimal ein positives Resultat erzielt (Tab. 2 und 6). Von 24 Serumröhrchen, für jedes Sputum 6, wiesen 7, von 24 „Lubenau“ 9 und von 24 „Dorset“ 5 Röhrchen Wachstum auf. Wenn es auch nur 2 Versuche sind, so erscheint mir auch hier die Güte der Nährböden durch die Abstufungen 5 (Dorset), 7 (Serum), 9 (Lubenau) gekennzeichnet zu sein.

Einen überraschenden Erfolg hatte Herr Oberarzt Dr. Lindemann mit dem „Lubenau“-Nährboden. Er impfte mit Milz eines mit Lupusmaterial injizierten Meerschweinchens je 2 Gl.-Serum-, Lubenau- und Dorset-Nährböden. Nach etwa 4 Wochen hatte er allein auf Lubenau 5—6 einzelne, üppig gewachsene Kolonien erhalten (s. Tab. 10).

Zusammenfassung:

Die Eiernährböden eignen sich zur Züchtung und Kultivierung der Tuberkelbazillen. Der von Lubenau angegebene Eigelb-Glyzerinbouillon-Nährboden ist dem Dorsetschen Eigelb-, Eiweiß-, destilliertem Wasser-Nährboden vorzuziehen.

Vor dem erstarrten Glyzerinserum hat der „Lubenau“- und zum Teil auch der Dorsetsche Nährboden manche Vorzüge:

1. Einfachheit der Herstellung, vor allem auch bequemere Erlangung des Materials (Ei!);
2. schnelleres Wachstum;
3. üppigeres Wachstum;
4. mehr einzelne Kolonien (vielleicht mit Vorteil zur Isolierung von bovinem und humanem Typus aus Mischkulturen zu benutzen);
5. weniger Versager.

Nachteile sind gegenüber den Serumröhrchen:

1. Leichtere Verunreinigung;
2. „zweite“ Röhrchen zeigen zu wenig zusammenhängende Kolonien;
3. Anlegen von Bouillon-Schwimmkulturen unmöglich;
4. Undurchsichtigkeit.

Literatur.

1. Lubenau, Eigelbnährböden. Hygien. Rundschau 1907, Nr. 24.
2. Brown and Smith, Cultivation of Tubercle Bacilli. Journal of Medical Research, June 1910.
3. Uhlenhuth-Kersten. Zeitschr. f. exper. Pathol. u. Therap. 1909, Bd. II.

Tabelle 1.

Datum	Impfmaterial	Nährboden	Zahl der Röhrchen	Resultat
29. 11.	Menschliches Sputum, das viele Tuberkelbazillen enthält. 15 %ige Antiforminmischung; 2stündige Einwirkung	Glyzerin-Serum	6	17. 12. noch kein Wachstum; 20. 12. 4 Röhrch. +; 1 verunreinigt; 1 kein Wachstum; 28. 12. 4 Röhrch. + +; 1 verunreinigt; 1 kein Wachstum; 6. 1. 3 Röhrch. + +; 1 positives verunreinigt; 17. 1. 3 Röhrch. + + +; 2 verunr.; 1 kein Wachstum.
29. 11.	desgl.	Dorset	6	12. 12. noch kein Wachstum; 17. 12. 2 Röhrch. +?; 1 verunreinigt; 2 kein Wachstum; 20. 12. 2 Röhrch. +; 1 verunreinigt; 2 kein Wachstum; 28. 12. 2 Röhrch. +; 3 Röhrch. beginnend. Wachstum; 6. 1. 3 Röhrch. + +, 2 Röhrch. +; 17. 1. 4 Röhrch. + +; 1 positives verunreinigt; 1 von Anfang an verunreinigt.
29. 11.	desgl.	Lubenau	6	12. 12. noch kein Wachstum; 17. 12. 4 Röhrch. +; 2 beginnend. Wachstum; 20. 12. 5 Röhrch. + +; 1 +; 28. 12. 6 „ + +; 6. 1. 6 „ + + +; 17. 1. 6 „ + + +.

Tabelle 2.

Datum	Impfmaterial	Nährboden	Zahl der Röhrchen	Resultat
30. 11.	Sputum A, wenig Tuberkelbazillen, 2stündige Einwirkung einer 15 %igen Antiforminmischung	Glyzerin-Serum	6	28. 12. noch kein Wachstum; 6. 1. kein Wachstum; 1 verunreinigt; 13. 1. 2 Röhrch. +; 3 kein Wachstum; 1 verunreinigt; 17. 1. wie am 13. 1; 3. 2. 2 Röhrch. + +; 3 Röhrch. +; 1 verunreinigt;
30. 11.	desgl.	Dorset	6	28. 12. noch kein Wachst.; 1 verunr.; 6. 1. „ „ „ ; 1 „ 13. 1. 4 Röhrch. +; 1 verunreinigt; 17. 1. 3 „ +; 1 posit. verunr.; 1 von Anfang an verunr.
30. 11.	desgl.	Lubenau	6	28. 11. 6 Röhrch. +; 6. 1. 6 „ + +; 17. 1. 6 „ + + +.

Tabelle 3.

Datum	Impfmaterial	Nährboden	Zahl der Röhrchen	Resultat
14. 1.	Menschl. Sputum, ca. 15 %ige Antiforminmischung, Einwirkung 1 Stunde (mäßig viel Tuberkelbazillen)	Glyzerin-Serum	6	17. 1. Kein Wachstum; 2 verunreinigt; 25. 1. „ „ 3 „ 28. 1. „ „ 3 „ 30. 1. 1 Röhrch. +?; 3 „ 2. 2. 2 „ +; 3 „ 5. 2. 2 „ ++; 3 „ 15. 2. 2 „ ++; 3 „ 1 kein Wachstum.
14. 1.	desgl.	Lubenau	6	17. 1. Kein Wachstum; 4 verunreinigt; 25. 1. 2 Röhrch. +?; 4 „ 28. 1. 2 „ +; 1 Röhrch. + und verunreinigt; 3 völlig verunr.; 30. 1. wie am 28. 1.; 2. 2. 1 ++; 1 +; 4 verunr.; 5. 2. 1 +++; 1 +; 4 „ 15. 2. 1 +++; 1 +; 4 „
14. 1.	desgl.	Dorset	6	17. 1. Kein Wachstum; 3 verunreinigt; 25. 1. „ „ 3 „ 28. 1. 2 Röhrch. +?; 30. 1. 2 „ +; 2. 2. 2 „ +; 1 Röhrch. +?; 5. 2. 1 ++; 2 +; 13. 2. 1 +; 2 positive verunreinigt; 15. 2. 1 +; 5 verunr., davon 2 positive.

Tabelle 4.

Datum	Impfmaterial	Nährboden	Zahl der Röhrchen	Resultat
18. 1.	Material eines Serumröhrchens vom 29. 11.	A. Serum B. Lubenau C. Dorset	je 2	21. 1. A. Kein Wachstum; B. 2 +; C. 1 +?; 23. 1. A. 1 +; B. 1 ++, 1 +; C. 1 +?; 25. 1. A. 1 ++, 1 +; B. 1 +++, 1 ++; C. 1 +; 4. 2. A. 1 ++, 1 +; B. 1 +++, 1 ++; C. 1 +, 1 verunr., 15. 2. A. 1 ++, 1 +; B. 1 +++ ist verunreinigt.
18. 1.	Material eines Lubenau-Röhrchens vom 29. 11.	A. Serum B. Lubenau C. Dorset	je 2	21. 1. A. 2 +; B. 2 +; C. 1 +; 25. 1. A. 2 +; B. 2 ++; C. 1 +; 4. 2. A. 1 +, 1 verflüssigt; B. 2 ++; C. 1 +.
18. 1.	Material eines Dorset-Röhrchens vom 29. 11.	A. Serum B. Lubenau C. Dorset	je 2	21. 1. A. Kein Wachstum; B. 1 +, C. 1 +?; 25. 1. A. 1 + (wenig); B. 2 +; C. 1 +; 30. 1. A. 2 +; B. 2 +; C. 1 +; 4. 2. A. 2 +; B. 2 +; C. 1 +; 1 verunreinigt; 9. 2. A. 2 +; B. 1 +; 1 positives verunreinigt; C. beide verunr.

Digitized by Google

Tabelle 5.

Datum	Impfmaterial	Nährboden	Zahl der Röhrchen	Resultat
1. 2.	Menschl. Sputum, ca. 15 %ige Antiforminmischung, Einwirkung 2 Stunden (mäßig viel Tuberkelbazillen)	Glyzerin-Serum	6	15. 2. Kein Wachstum, 2 Röhrch. verflüssigt; 17. 2. 4 +; 23. 2. 4 +; 27. 2. 3 + +; 1 +; 6. 3. 4 + +.
1. 2.	desgl.	Lubenau	6	10. 2. Kein Wachstum; 15. 2. 2 +; 4 kein Wachstum; 23. 2. 1 + +; 1 +; 3 kein Wachstum, 1 verunreinigt; 27. 2. 1 + +; 1 +; 2 verunreinigt; 6. 3. 1 + +; 1 +; 2 verunr.; 2 kein Wachstum.
1. 2.	desgl.	Dorset	6	17. 2. 2 +; 23. 2. 2 + (wenig); 2 verunr.; 2 kein Wachstum; 25. 2. 3 +; 2 verunr.; 1 kein Wachst.; 6 3. 2 + +; 1 +; 2 verunr.; 1 kein Wachstum.

Tabelle 6.

Datum	Impfmaterial	Nährboden	Zahl der Röhrchen	Resultat
3. 3.	Menschliches Sputum, 15 %ige Antiforminmischung, 2stündige Einwirkung (vor d. Anreicherung sehr wenig Tuberkelbazillen)	Glyzerin-Serum	6	20. 3. 2 +?? (Lupenbetrachtung); 22. 3. 2 +? „ 24. 3. 1 +; 1 +?; 26. 3. 2 +; 4. 4. 2 + + (einzeln); 1 +; 1 verunr.; 1 verflüssigt; 1 Salzhaut; 24. 4. 2 + +; 1 verunr.; 1 verflüssigt.
3. 3.	desgl.	Lubenau	6	20. 3. 1 +; 4 +? (Lupe!); 22. 3. 3 +; 1 +?; 24. 3. 3 +; 3 kein Wachstum; 26. 3. 3 +; 3 kein Wachstum; 4. 4. 2 + + (vereinzelte Kolonien); 24. 4. 2 + +; 1 +; 3 kein Wachstum; die positiven: vereinzelte sehr üppige Kolonien.
3 3.	desgl.	Dorset	6	26. 3. 3 +; 1 +?; 1. 4. 1 +; 3 verunreinigt; 2 kein Wachstum; 24. 4. 1 + (dürftig); 4 verunreinigt; 1 kein Wachstum.

Digitized by Google

Tabelle 7.

Datum	Impfmaterial	Nährboden	Zahl der Röhrchen	Resultat
4. 3.	Menschl. Sputum, 15 %ige Antiforminmischung, 2stündige Einwirkung (sehr viel Tuberkelbazillen)	Glyzerin-Serum	6	20. 3. 2 +; 24. 3. 2 + +; 2 +; 1 + ?; kein Wachst.; 26. 3. 4 + +; 1 +; 1 Salzhaut; 1. 4. 5 + + +.
4. 3.	desgl.	Lubenau	6	20. 3. 5 +; 24. 3. 5 + +; 26. 3. 1 + + +; 4 + +; 1 + ?; 1. 4. 1 + + +; 4 + +; 1 + 4. 4. 3 + +; 1 +; 2 positive verunreinigt.
4. 3.	desgl.	Dorset	6	20. 3. 3 + ? 24. 3. 5 +; 1 verunreinigt; 1. 4. 3 +; 3 „ 4. 4. 3 +; 3 „

Tabelle 8.

Datum	Impfmaterial	Nährboden	Zahl der Röhrchen	Resultat
11. 3.	Menschl. Sputum, ca. 15 %ige Antiforminmischung, 1 Stunde Einwirkg. (sehr wenig Tuberkelbazillen)	Glyzerin-Serum	6	beobachtet bis 24. 4.; 5 kein Wachstum; 1 verflüssigt.
11. 3.	desgl.	Lubenau	6	20. 3. bei 3 beginnend. Wachstum ?? 26. 3. kein Wachstum; 24. 4. „ „
11. 3.	desgl.	Dorset	6	20. 3. bei 1 beginnend. Wachstum ?? 26. 3. kein Wachstum; 24. 4. „ „ 2 verunreinigt.

Tabelle 9.

Datum	Impfmaterial	Nährboden	Zahl der Röhrchen	Resultat
29. 4.	Menschl. Sputum, 15 %ige Antiforminmischung, 1½ stünd. Einwirkung (mäßig viel Tuberkelbazillen)	Glyzerin-Serum	6	11. 5. kein Wachstum; 13. 5. 4 +; 19. 5. 4 + +; 26. 5. 4 + + +; 1. 6. 2 + + + +; 2 + + +; 2 Salzhaut.

Digitized by Google

Datum	Impfmaterial	Nährboden	Zahl der Röhrchen	Resultat
29. 4.	Menschlich. Sputum, 15 %ige Antiforminmischung, 1½stündige Einwirkung (mäßig viel Tuberkelbazillen)	Lubenau	6	11. 5. 3 +; 3 +? 13. 5. 3 + +; 3 +; 19. 5. 6 + +; 26. 5. 6 + +; 29. 5. 1 Röhrchen, zwecks Weiterverimpfung geöffnet, ist am 30. verunreinigt; 1. 6. 1 + + + +; 2 + + +; 2 + +.
29. 4.	desgl.	Dorset	6	13. 5. 6 +; 26. 5. 6 +; 1. 6. 6 +.

Tabelle 10.

(Versuch von Dr. Lindemann.)

Datum	Impfmaterial	Nährboden	Zahl der Röhrchen	Resultat
20. 3.	Material entnommen von Milz eines am 16. 2. mit Lupusmaterial geimpften Meerschweinchens	Serum	2	kein Wachstum.
20. 3.	desgl.	Glyzerin-Serum	2	kein Wachstum.
20. 3.	desgl.	Lubenau	2	13. 5. 5—6 einzelne, üppig gewachsene Kolonien.
20. 3.	desgl.	Dorset	2	kein Wachstum.

Tabelle 11.

Datum	Impfmaterial	Nährboden	Zahl der Röhrchen	Resultat
10. 7.	Menschl. Sputum mit viel Tuberkelbazillen, 15 %ige Antiforminmischung, 2stündige Einwirkung	Glyzerin-Serum	6	22. 7. kein Wachstum; 25. 7. „ „ 31. 7. noch kein Wachstum.
10. 7.	desgl.	Lubenau	6	22. 7. 3 beginnend. Wachstum? 1 verunreinigt seit 12. 7.; 25. 7. 3 beginnend. Wachstum? 26. 7. 1 +; 3 +? 29. 7. 4 +; 31. 7. 4 + +.
10. 7.	desgl.	Dorset	6	22. 7. 3 beginnend. Wachstum? 25. 7. 4 +; 1 +? 26. 7. 5 +; 29. 7. 5 + (schwächer als Lubenau); 31. 7. 6 + (viele Kolonien, doch wenig üppig).

Digitized by Google

Tabelle 12.

Datum	Impfmaterial	Nährboden	Zahl der Röhrchen	Resultat
21. 7.	Menschliches Sputum mit sehr wenig Tuberkelbazillen, 15 %ige Antiforminmischung, 1 stünd. Einwirkung	Glyzerin-Serum	6	bis 6. 9. kein Wachstum.
21. 7.	desgl.	Lubenau	6	bis 6. 9. kein Wachstum.
21. 7.	desgl.	Dorset	6	bis 6. 9. kein Wachstum.

Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Belgien.

Nach Berichten des landwirtschaftlichen Sachverständigen Dr. Frost, früher beim Kaiserlichen Konsulat in Brüssel, und nach anderen Quellen,

bearbeitet durch

Regierungsrat **Wehrle,**

Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamts.

Inhalt: I. Veterinärbehörden und tierärztliches Personal. A. Organisation des amtlichen Veterinärwesens. B. Tierärztliche Bildungsanstalten; tierärztlicher Unterricht; Ausübung der Tierheilkunde; geprüfte Tierärzte. C. Beamtete Tierärzte; Organisation des Veterinärdienstes. D. Tierärztliche Grenzkontrolle. — II. Der Viehbestand in Belgien. A. Zahl der Tiere. B. Verhältnis des Viehbestandes zur Bevölkerung und zur Bodenfläche des Landes. C. Hauptsächliche Tierrassen. D. Viehverwertung. E. Viehversicherung. — III. Viehverkehr. A. Viehhandel im Inlande. B. Ausfuhr und Bestimmungsländer. C. Viehbeförderung auf Eisenbahnen und Schiffen. D. Beaufsichtigung der Viehmärkte, der Gastställe und öffentlichen Pferdeschauen. — IV. Bekämpfung der Viehseuchen. A. Abwehrmaßregeln gegen die Einschleppung von Viehseuchen aus dem Auslande. B. Bekämpfung der Viehseuchen im Inlande. a) Allgemeines, Anzeigepflicht, Entschädigung; b) Strafbestimmungen; c) Liste der Viehseuchen; d) Allgemeine Regelung der Gesundheitspolizei der Haustiere; e) Besondere Vorschriften für einzelne Seuchen; f) Statistische Angaben über einzelne Seuchen; g) Bekämpfung der Tuberkulose unter den Rindern; h) Viehseuchenentschädigung aus der Staatskasse: 1. bei Rotz, Lungenseuche, Schafpocken, Tollwut und Rinderpest; 2. bei Milzbrand und Rauschbrand; 3. bei Tuberkulose der Rinder; 4. bei Tuberkulose der Schweine; i) Zusammenfassung. C. Zustandekommen der Viehseuchenstatistik. D. Unschädliche Beseitigung der Kadaver; Abdeckereiwesen. — V. Schlachtvieh- und Fleischbeschau. A. Organisation der Schlachtvieh- und Fleischbeschau; gesetzliche Grundlagen; Schlachthäuser. B. Verfahren mit beanstandetem Fleische. C. Versorgung mit Fleisch und Fleischverbrauch; Vieh- und Fleischpreise. D. Verbote und Beschränkungen der Ein- und Durchfuhr von Fleisch, Fett und Erzeugnissen aus Fleisch und Fett. E. Exportschlächtereien; Fleischausfuhr. F. Trichinenschau. Staatliche Schlachtviehversicherung.

I. Veterinärbehörden und tierärztliches Personal.

A. Organisation des amtlichen Veterinärwesens.

Das Veterinärwesen in Belgien untersteht der „Administration de l'Agriculture“, einer Abteilung des „Ministère de l'Intérieur et de l'Agriculture“. Eine der drei Direktionen der landwirtschaftlichen Verwaltung umfaßt das Veterinärwesen und die landwirtschaftliche Tierzucht. Ihr Arbeitsgebiet erstreckt sich insbesondere auf das tierärztliche Unterrichtswesen, den Unterricht im Hufbeschlage, die Gesundheitspolizei der Haustiere, die Entschädigung bei Viehverlusten durch Seuchen, den Veterinärdienst, die gerichtliche Veterinärmedizin und die Verbesserung der Haustierrassen.

Die Schlachtvieh- und Fleischbeschau untersteht einer anderen Abteilung des Ministeriums des Innern und der Landwirtschaft, nämlich der „Administration du Service de santé et de l'hygiène“.

In der Zentralbehörde ist ein Tierarzt als „Inspecteur Vétérinaire général" tätig, dem ein Hilfsinspektor beigegeben ist.

Über das Land verteilt sind 16 Veterinärinspektoren (Regierungs- oder beamtete Tierärzte) und 9 Hilfsinspektoren tätig.

B. Tierärztliche Bildungsanstalten. Tierärztlicher Unterricht. Ausübung der Tierheilkunde. Geprüfte Tierärzte.

Zur Ausbildung von Tierärzten besteht eine staatliche Tierärztliche Hochschule in Brüssel, die im Jahre 1832 gegründet und 1836 verstaatlicht worden ist. Seit August 1910 ist die Tierärztliche Hochschule in Brüssel-Cureghem in neuen, allen Anforderungen der heutigen Wissenschaft entsprechenden Räumen untergebracht.

Der Unterricht in der Tierheilkunde und die Ausübung dieser Wissenschaft sind geregelt durch das Gesetz vom 4. April 1890[1]), das durch das Gesetz vom 28. Mai 1906[2]) einige Abänderungen erfahren hat.

Für die Aufnahme in die staatliche Tierärztliche Hochschule ist ein Zeugnis darüber erforderlich, daß der Neueintretende Kandidat der Naturwissenschaft ist. Bis zum Jahre 1890 bildeten die Naturwissenschaften einen Teil der an der Hochschule gelehrten Fächer. Seitdem wird ihre Kenntnis als Vorbedingung für die Aufnahme verlangt. Um das Diplom als Kandidat der Naturwissenschaften zu erlangen, sind die Absolvierung von sechs Klassen eines humanistischen Gymnasiums (mit Griechisch und Latein) und zwei Jahre Universitätsstudium erforderlich.

Zum Examen als Veterinärkandidat wird nur zugelassen, wer bereits Kandidat der Naturwissenschaften ist. Dem Veterinärexamen muß dasjenige als Veterinärkandidat vorausgehen. Es kann sich jedermann den Prüfungen unterwerfen, gleichgültig wo und in welcher Weise er seine Studien gemacht hat.

Für jede Prüfung sind jährlich zwei Termine festgetetzt. Die Prüfungen für die Grade der Kandidaten und der Tierärzte umfassen den gesamten Unterrichtsstoff. Jede Prüfung besteht aus einem theoretischen und einem praktischen Teil. Die Regierung stellt die Fächer, in denen zu prüfen ist, für jede Prüfung fest.

Die theoretischen Prüfungen sind mündlich; jedoch können die Kandidaten bei ihrer Anmeldung darum nachsuchen, schriftlich und mündlich geprüft zu werden.

Nach jeder Prüfung hält die Prüfungskommission eine Beratung ab über die Zulassung und den Rang der Kandidaten. Über die Beratung wird ein Protokoll aufgenommen, das alsbald veröffentlicht wird. Der Betrag der Prüfungsgebühren wird durch Königliche Verordnung bestimmt.

Bei unbefriedigenden Leistungen spricht die Kommission Zurückweisung oder Wiederholung aus. Kandidaten, die die Prüfung zu wiederholen haben, können sich nur mit ministerieller Erlaubnis im gleichen Prüfungstermine dem Examen unterwerfen. Zurückgewiesene Kandidaten können sich im gleichen Termine nicht mehr prüfen lassen.

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1890, S. 709. — [2]) Desgl. 1906, S. 1020.

Bei Vermeidung der Ungültigkeit darf niemand als Mitglied der Prüfungskommission bei der Prüfung von Verwandten bis ins vierte Glied teilnehmen.

Der an der Tierärztlichen Hochschule erteilte Unterricht umfaßt nachstehende Fächer:

Beschreibende, systematische und vergleichende Anatomie der Haustiere; topographische Anatomie; allgemeine und spezielle Histologie; Physiologie einschließlich Embryologie, physiologische Experimental-Physik und Chemie; Exterieur; Arzneimittellehre und Arzneiverordnungslehre, Therapie einschließlich Lehre der Arzneiwirkung; pathologische Anatomie; allgemeine Pathologie einschließlich Bakteriologie und Parasitenkunde, medizinische Pathologie, chirurgische Pathologie; Tierzuchtlehre, Hygiene und Grundzüge der Landwirtschaftslehre; Veterinärpolizei, gerichtliche Tiermedizin, Handelsgesetzgebung und Gebührenordnung; Toxikologie einschließlich chemische Analyse in Anwendung auf die Klinik; Hufbeschlagslehre; Operationslehre; Geburtshilfe; Klinik; Beschau von Lebensmitteln animalischer Herkunft.

Die Studiendauer beträgt mindestens drei Jahre.

Durch Königliche Verordnungen werden geregelt:

Die Einteilung des Unterrichts und der Kurse, die Verwaltung und die Unterrichtsgebühren.

Zur Fortbildung und Aufmunterung der Tierärzte sind nachstehende Mittel vorgesehen:

Es kann ein Reisestipendium von 4000 Frank jährlich von der Regierung auf Grund eines Wettbewerbes, dessen Bedingungen und Inhalt sie festsetzt, an einen belgischen, mindestens seit drei Jahren approbierten Tierarzt vergeben werden.

Ferner werden die Regierungstierärzte aus der Zahl derjenigen Tierärzte, die ihre Fachprüfung mit Auszeichnung bestanden haben, ausgewählt.

Die Regierung kann jährliche Unterstützungen gewähren an Tierärzte, die sich verpflichten, sich an einer ihnen angewiesenen Stelle niederzulassen, oder in einem bestimmten Umkreis kranke Tiere nach einer besonders festgesetzten Taxe zu behandeln.

Zu tierärztlichen Amtsverrichtungen wird nur zugelassen, wer nach den Vorschriften dieses Gesetzes Tierarzt geworden ist, ebenso darf niemand anders die Tierheilkunde im Königreiche Belgien ausüben. Ausnahmsweise kann die Regierung Personen mit einem im Ausland erworbenen Approbationsschein zur Ausübung tierärztlicher Praxis zulassen.

Die Regierung kann die Ausübung der Veterinärmedizin Personen verbieten, die wegen Kriminalverbrechens oder wegen Diebstahls, Gaunerei, Betrugs oder Sittlichkeitsverbrechens bestraft sind.

Zur Ausübung der Tierheilkunde müssen die Tierärzte und die aus früherer Zeit noch vorhandenen Kurschmiede[1]) ihren Rechtstitel, auf Grund dessen sie ihre

[1]) Den Titel „Kurschmied“ (maréchal vétérinaire) haben in Belgien diejenigen Personen erhalten, die, ohne im Besitze einer Approbation zu sein, 5 Jahre vor der Veröffentlichung des Gesetzes vom 11. Juni 1850 über die Ausübung der Tierarzneikunde die Tierheilkunde ausgeübt und spätestens 2 Jahre nach der Veröffentlichung dieses Gesetzes durch eine vor einer besonderen Kommission abgelegte praktische Prüfung genügende Kenntnisse der Tierheilkunde nachgewiesen haben. Ende 1909 waren in Belgien noch 4 Kurschmiede vorhanden.

Digitized by Google

Tätigkeit ausüben, durch die Medizinalkommission der Provinz, in der sie sich aufhalten, bei Strafvermeidung beglaubigen lassen.

Im Laufe des Monats Januar jedes Jahres wird eine Liste der in den einzelnen Provinzen ansässigen Tierärzte und Kurschmiede veröffentlicht.

Tierärzte und Kurschmiede sind ermächtigt, auf Verlangen der Tierbesitzer Arzneien zu verabreichen unter der Bedingung, daß sie solche nur für die in ihrer Behandlung befindlichen Tiere abgeben, daß sie keine offene Apotheke halten, und daß sie sich den gesetzlichen Bestimmungen über Gifte und zusammengesetzte Arzneien unterwerfen.

Vom Landwirtschaftsminister wird bestimmt, welche Arzneimittel, Instrumente und Apparate die Tierärzte und die Kurschmiede in ihren Dispensieranstalten halten; desgleichen welche chemischen und pharmazeutischen Präparate sie vom Apotheker beziehen müssen.

Die Tierärzte und Kurschmiede müssen die Vorschriften (Rezepte), die sie anfertigen oder anwenden lassen, in ein dazu bestimmtes Verzeichnis eintragen. Neben jeder Vorschrift ist Name und Wohnort des Tiereigentümers zu vermerken.

Die Überwachung und Revision der Dispensieranstalten von Tierärzten und Kurschmieden sind den Medizinalkommissionen der Provinzen anvertraut und vollziehen sich nach bestimmten Vorschriften.

Die Kurschmiede dürfen Tiere, die mit ansteckenden Krankheiten behaftet sind, nicht behandeln, auch dürfen sie keine größeren Operationen vornehmen.

Personen, die mit Patenten versehen, gewerbsmäßig die Kastration von Haustieren vornehmen, werden nicht als die Veterinärmedizin ausübend angesehen.

Alle drei Jahre hat die Regierung den gesetzgebenden Kammern einen Bericht über den Stand des tierärztlichen Unterrichtswesens vorzulegen.

Bezüglich der Verwaltung und des Unterrichts an der staatlichen Tierärztlichen Hochschule in Brüssel sind unter dem 18. Januar und 6. August 1906 Königliche Verordnungen erlassen worden.

Danach umfaßt der Unterricht außer den im Gesetze vom 4. April 1890 (vergl. S. 498) genannten Fächern noch einen fakultativen Kursus in flamländischer Terminologie und einen Reitkursus.

Die Dauer des Studiums ist auf vier Jahre festgesetzt. Für die Studierenden, die vor dem Jahre 1906/07 mit ihrem Studium begonnen haben, blieb die Studienzeit auf sieben Semester beschränkt.

Ausländer, die die staatliche Tierärztliche Hochschule besuchen und ein Diplom erlangen wollen, müssen beglaubigte Zeugnisse beibringen, daß sie im Besitze der naturwissenschaftlichen Kenntnisse (Physik, Chemie, Botanik, Zoologie) sind, die den durch das belgische Gesetz vorgeschriebenen entsprechen. Um zu dem medizinischen Unterrichte zugelassen zu werden, müssen sie sich mit Erfolg der vorgeschriebenen Prüfung als Veterinär-Kandidaten unterworfen haben.

Das Personal der Schule umfaßt:

den Direktor und dessen Stellvertreter (Professoren), ferner acht ordentliche oder außer-

ordentliche Professoren, sechs Assistenten, einen Rechner, einen Direktorialsekretär, einen Bibliothekar und die entsprechende Anzahl von Unterbeamten, darunter einen Hufschmied und einen Gärtner.

Der Direktor, sein Stellvertreter und die übrigen Professoren bilden den „Akademischen Senat" unter dem Vorsitz des Direktors. An den Sitzungen dieses Senats nehmen auch die Assistenten mit beratender Stimme teil. Der Akademische Senat äußert sich zu dem den Unterricht angehenden Teil des Jahresetats sowie zu Fragen, die ihm der Landwirtschaftsminister oder der Direktor der Hochschule vorlegen.

Das Studienjahr ist in zwei Semester eingeteilt, und die Studierenden werden in vier Abteilungen, für die der Unterrichtsstoff in ebensoviel Gruppen eingeteilt ist, unterrichtet. Jede der vier Abteilungen umfaßt einen theoretischen und einen praktischen Teil. Ein Reitkursus zu 60 Stunden wird den Studierenden der dritten Abteilung erteilt. Die Auslagen für diesen Kursus bis zu 60 Frank für den einzelnen Studierenden werden von diesem erhoben und sind bei der Einschreibung zu bezahlen.

Die Zahl der Studierenden an der staatlichen Tierärztlichen Hochschule zu Brüssel belief sich in den Jahren

1902/03	auf 146	1907/08	auf 148
1903/04	„ 150	1908/09	„ 141
1904/05	„ 153	1909/10	„ 124
1905/06	„ 153	1910/11	„ 116
1906/07	„ 147		

Das Diplom als Tierarzt haben in Brüssel erworben:

in den Jahren	Kandidaten	in den Jahren	Kandidaten
1900	30	1905	27
1901	30	1906	38
1902	31	1907	26
1903	24	1908	32
1904	41	1909	37

Die geprüften Tierärzte haben den Titel „médecin vétérinaire agréé". Nach der Zählung von 1905 waren in Belgien im ganzen 558 Tierärzte vorhanden, die sich wie folgt auf die Provinzen verteilten:

Antwerpen 34, Brabant 106, Westflandern 49, Ostflandern 53, Hennegau 136, Lüttich 81, Limburg 23, Luxemburg 24, Namur 52.

Im Jahre 1909 belief sich die Gesamtzahl der Tierärzte auf 643 und im Jahre 1910 auf 657.

C. Beamtete Tierärzte, Organisation des Veterinärdienstes.

Die unter Abschnitt A erwähnten 16 Veterinärinspektoren und 9 Hilfsveterinärinspektoren sind folgendermaßen über das Land verteilt:

Digitized by Google

Provinzen	Veterinär-inspektoren	Hilfsveterinär-inspektoren
Westflandern	2	1
Ostflandern	2	1
Antwerpen	2	1
Limburg	2	—
Lüttich	2	1
Brabant	1	3
Hennegau	2	1
Namur	1	1
Luxemburg	2	—

Jeder dieser beamteten Tierärzte hat einen genau begrenzten Dienstbezirk. Ihre Vorbildung, Ausbildung und Prüfung ist dieselbe, wie die aller belgischen Tierärzte.

Der Veterinärdienst ist geregelt durch die Königliche Verordnung vom 10. Dezember 1890[1]), abgeändert durch Königliche Verordnung vom 10. Dezember 1911.

Je nach Erfordernis können für eine vom Minister zu bestimmende Zeit neben den Veterinärinspektoren Hilfs-Veterinärinspektoren zu deren Unterstützung ernannt werden.

Die übrigen Tierärzte nehmen in unbeschränkter Zahl an der Ausführung der Gesetze und Verordnungen über die Gesundheitspolizei der Haustiere teil.

Die Veterinärinspektoren werden vom König ernannt. Der Minister ernennt die Hilfs-Veterinärinspektoren und die übrigen Tierärzte und bestimmt Wohnort und Amtsbezirk der Veterinärinspektoren.

Die Gehälter der Veterinärinspektoren sind folgendermaßen festgesetzt:

	Mindestgehalt	Mittelgehalt	Höchstgehalt
Inspektor I. Klasse	5500	6000	6500 Fr.
„ II. „	4000	4500	5000 „

Die Höhe des Gehalts steigt vom Mindest- zum Mittelgehalt und vom Mittel- zum Höchstgehalt nach 3 und 6 Dienstjahren.

Der Inspektor II. Klasse, der mindestens 3 Jahre lang sein Höchstgehalt bezogen hat, kann zum Inspektor I. Klasse ernannt werden. Hiervon kann im Interesse des Dienstes, oder wenn es sich darum handelt, besondere Dienstleistungen zu belohnen, abgewichen werden.

Die Gehälter der Hilfs-Veterinärinspektoren sind in der Weise festgesetzt, daß das Mindestgehalt 3000, das Mittelgehalt 3400 und das Höchstgehalt 3800 Fr. beträgt. Die Steigerung erfolgt nach 3 und 6 Jahren.

Hilfs-Veterinärinspektoren können frühestens nach 6jähriger Tätigkeit zu Inspektoren ernannt werden.

Das Gehalt des der Zentralbehörde zugeteilten Veterinärinspektors wird mit seiner Ernennung festgesetzt.

Außer dem Gehalte beziehen die Veterinärinspektoren Reise- und Bureaukosten, deren Höhe durch den Minister festgesetzt wird.

Den Veterinärinspektoren ist die Ausübung tierärztlicher Praxis oder irgend eines anderen bezahlten oder unbezahlten Gewerbes verboten.

---

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1891, S. 653.

Digitized by Google

Sie dürfen ohne Genehmigung des Ministers kein Wahlmandat annehmen und keine Art von Handel betreiben, sei es persönlich, sei es unter dem Namen ihrer Frau oder irgend einer anderen Zwischenperson.

Die Hilfs-Veterinärinspektoren dürfen tierärztliche Praxis ausüben; sie beziehen kein Gehalt, erhalten aber Reisekosten nach einem vom Minister festgesetzten Tarife.

Die übrigen Tierärzte erhalten als Entschädigung für ihre Dienste einen Betrag, dessen Höhe vierteljährlich durch den Minister entsprechend der Art und Dauer ihrer Betätigung im öffentlichen Veterinärdienste bemessen wird.

Der Minister, die Gouverneure der Provinzen, die Arrondissements-Kommissare und die Bürgermeister haben, abgesehen von den durch den vorliegenden Erlaß getroffenen Beschränkungen, das Recht, die Veterinär- und Hilfs-Veterinärinspektoren und die Tierärzte um Rat zu fragen.

Auch von den Vorstehern der Zollbehörde und der Bahnhöfe können sie als Sachverständige zugezogen werden, wenn es sich um die Erkrankung von zur Einfuhr bestimmten Tieren handelt.

Die Veterinär- und Hilfs-Veterinärinspektoren haben andere Tierärzte nur in dringenden Fällen zur Unterstützung heranzuziehen.

Die Veterinärinspektoren überwachen in dem ganzen Bereich ihres Amtsbezirkes den Gesundheitszustand der Haustiere und die Ausführung der behördlich angeordneten veterinärpolizeilichen Maßnahmen.

Sie berichten dem vorgeordneten Minister in bestimmten Zeiträumen über die in ihrem Amtsbezirke festgestellten Seuchen und übersenden ihm die in einem Gesamtberichte zusammengefaßten Jahresberichte der Tierärzte.

Sie sind verpflichtet, sich jeweils an Ort und Stelle zu begeben, wenn es sich um den Ausbruch von Rinderpest, Lungenseuche, Rotz oder Pockenseuche handelt; sie beantragen beim Bürgermeister die Tötung der Tiere, die an Rinderpest oder Lungenseuche erkrankt sind, oder die an Rotz, Pockenseuche oder Tollwut leiden. Ferner schlagen sie dem Minister die Tötung derjenigen Tiere vor, die des Rotzes, der Rinderpest oder der Lungenseuche verdächtig sind.

Sie benachrichtigen ferner den Präsidenten der provinzialen Gesundheitskommission vom Ausbruch von Seuchen.

Die Veterinärinspektoren haben von Zeit zu Zeit, unvorhergesehen und so oft sie es für nötig halten, die im öffentlichen Verkehre verwendeten Pferde, wie die der Straßenbahnen, Fuhrhaltereien und der Post, zu besichtigen.

Sie kontrollieren die geordnete Instandhaltung der Quarantäneanstalten.

Sie sorgen dafür, daß Pferde- und Viehmärkte sowie alle marktähnlichen Veranstaltungen mit solchen Tieren genügend überwacht werden.

Sie kontrollieren auf den Bahnhöfen die Reinigung der Wagen, Gerätschaften und anderen Gegenstände, die zur Beförderung von Pferden und anderen Tieren gedient haben; sie überwachen den Gesundheitsdienst in den Häfen sowie jeden anderen im Interesse der Gesundheitspolizei über die Haustiere eingerichteten Dienst.

Sie beaufsichtigen die Ausführung der zur Regelung des Fleischhandels ergangenen Vorschriften und alle die Fleischbeschau angehenden Bestimmungen. Insbesondere

haben sie die Schlachthäuser und Schlachtstätten, ferner auch die Abdeckereien zu beaufsichtigen. Schließlich haben sie auch an der Haustierstatistik mitzuarbeiten.

Die Veterinärinspektoren haben das Recht, im ganzen Bereich ihres Amtsbezirkes Nachforschungen anzustellen und Anklagen, die bis zum Beweise des Gegenteils zu Recht bestehen, zu erheben, wenn gegen die Vorschriften des Gesetzes vom 30. Dezember 1882 und vom 4. August 1890[1]) über die Fälschung von Lebensmitteln verstoßen wird.

Die Anklagen sind spätestens innerhalb dreier Tage dem Staatsanwalt zu übermitteln.

Die Befugnisse des der Zentralbehörde zugeteilten Veterinärinspektors sind durch eine Sonderverfügung festgesetzt.

Die Hilfs-Veterinärinspektoren richten sich bei ihrer Dienstausübung nach den Weisungen der Veterinärinspektoren, denen sie unterstellt sind.

In Vertretung der letzteren dürfen sie zwar Protokolle aufnehmen, aber sie dürfen ihre Anklageschriften nicht eher dem Gericht übergeben, als bis sie dem Veterinärinspektor darüber berichtet haben.

In jedem Falle müssen die Hilfsinspektoren den Veterinärinspektoren über das Ergebnis ihrer amtlichen Tätigkeit Mitteilung machen.

Die übrigen Tierärzte sind verpflichtet, den Veterinärinspektoren oder deren Stellvertretern auf Anfragen Auskunft zu erteilen.

Sie haben innerhalb 24 Stunden dem Bürgermeister der Gemeinde und dem Veterinärinspektor die Tiere, die sie bei Ausübung ihres Berufs als seuchenkrank oder seuchenverdächtig befunden haben, anzuzeigen. Gleichzeitig fordern sie den Bürgermeister auf, vorläufige Maßnahmen zu treffen, die je nach den Umständen in der Beschlagnahme oder Absperrung der seuchenkranken oder -verdächtigen Tiere bestehen.

Die Tierärzte müssen nach entsprechender Aufforderung die seuchenkranken Tiere aufsuchen und der Behörde, die ihnen den Auftrag erteilt hat, über ihren Befund sofort schriftlich berichten.

Außerdem haben sie jeweils einen Gesamtbericht an den Veterinärinspektor zu senden, unter Angabe der Gesamtzahl der Tiere des betroffenen Bestandes und der Zahl der vermutlich erkrankten Tiere.

Auch die als Schlachthofdirektoren oder -inspektoren tätigen Tierärzte sind bei Ausübung ihres Dienstes den Vorschriften der Königlichen Verordnung vom 10. Dezember 1890 unterworfen.

Die Tierärzte müssen beim Bürgermeister die Schlachtung von Tieren beantragen, die an einer der im Königlichen Erlaß vom 20. November 1883 genannten Seuchen (Rotz, Lungenseuche, Pockenseuche, Tollwut, Rinderpest) erkrankt sind.

In allen Fällen treffen sie in Übereinstimmung mit dem Bürgermeister die notwendigen Maßnahmen, um für die Dauer von 5 Tagen einzelne Teile der Kadaver, an denen die Merkmale der Seuche, wegen der das Tier geschlachtet wurde, am besten zu erkennen sind, für eine etwaige Besichtigung durch den Veterinärinspektor aufzubewahren.

Außer den schon erwähnten Berichten senden die Tierärzte am Ende jedes Jahres dem Veterinärinspektor einen Bericht über die von ihnen beobachteten Seuchenfälle und die Tatsachen, deren Kenntnis im Interesse des Dienstes und der Veterinärwissenschaft ihrer Meinung nach für die Regierung von Wichtigkeit ist.

[1]) Veröffentl. des Kaiserl. Gesundheitsamts 1890, S. 719.

Digitized by Google

Tierärzte, die ihren Dienst aufgeben wollen, haben den Minister mindestens einen Monat vorher davon zu benachrichtigen. Sie sind bei Strafe der Abberufung verpflichtet, ihren Dienst während des bezeichneten Zeitraums weiterzuführen.

Sobald der Bürgermeister von dem Vorhandensein oder dem Verdacht einer Seuche durch die Mitteilung des Eigentümers oder Viehhalters oder auf irgend einem anderen Wege Kenntnis erhält, hat er sofort den in der betreffenden Gemeinde ansässigen Tierarzt zuzuziehen, um den Fall zu untersuchen und die notwendigen veterinärpolizeilichen Maßnahmen zu treffen.

Wenn in der Gemeinde kein Tierarzt wohnt, so beruft der Bürgermeister denjenigen Tierarzt, der dem Orte, an dem sich das Tier befindet, am nächsten wohnt.

Ein und dasselbe Tier darf, wenn es an einer Seuche erkrankt ist oder einer solchen verdächtig erscheint, vom Tierarzt nur einmal auf Staatskosten untersucht werden. Die Bürgermeister dürfen den Tierarzt zu keinem zweiten Besuch oder zu einer anderen Verrichtung auffordern außer auf den Vorschlag des Veterinärinspektors.

Vor Antritt ihrer Tätigkeit werden die Hilfs-Veterinärinspektoren und sonstigen Tierärzte, die dieser Pflicht noch nicht genügt haben, durch den Gouverneur oder Arrondissements-Kommissar nach dem Gesetze für die öffentlichen Beamten vereidigt.

Die Veterinärinspektoren, deren Stellvertreter und die sonstigen Tierärzte können mit folgenden Disziplinarstrafen belegt werden: Verweis, zeitweise Amtsenthebung, Abberufung.

Die Verfügung der zeitweisen Amtsenthebung eines Veterinärinspektors spricht gleichzeitig aus, ob diese Maßregel mit völliger oder teilweiser Entziehung des Gehalts verbunden ist.

Die Disziplinarstrafen werden durch den Minister verhängt, abgesehen von der Abberufung eines Veterinärinspektors, die durch Königlichen Erlaß erfolgen muß.

In jedem Falle ist der Betreffende vorher zu hören.

Die Veterinärinspektoren, ihre Stellvertreter sowie die Tierärzte dürfen unter keinem Vorwand ein Honorar für einen Dienst fordern, der ihnen Anrecht auf Entschädigung aus der Staatskasse gibt.

In Gegenden, die nicht über genügende Mittel verfügen, kann den Tierärzten aus dem Etat des Landwirtschaftsministeriums ein jährlicher und zeitweiser Zuschuß bewilligt werden, abgesehen von der durch Provinz oder Gemeinden gezahlten Entschädigung.

Tierärzte, die diesen Zuschuß erhalten, müssen

1. bei Aufforderung durch die Ortsbehörde die Tiere der auf der Armenliste stehenden Personen kostenfrei behandeln;

2. zu gunsten der Landwirte, die keine Personal- oder Grundsteuer bezahlen, ihr Honorar auf 1 Fr. ermäßigen, bei Besuchen am Wohnort oder in Landgemeinden auf 2 km Umkreis vom Wohnort, und auf 1,50 Fr. bei Entfernung von zusammen 5 km Hin- und Rückweg für Behandlung eines oder mehrerer Tiere.

Die Veterinärinspektoren können nötigenfalls durch den Minister oder dessen Beauftragten zusammenberufen werden, um ihre Meinung über Angelegenheiten hinsichtlich der Tierseuchen, der Veterinärpolizei oder der Fleischbeschau zu äußern.

Auch andere Personen können gelegentlich zur Teilnahme an diesen Zusammenkünften berufen werden.

Digitized by Google

D. Tierärztliche Grenzkontrolle.

Ein tierärztlicher Grenzdienst ist eingerichtet in den Häfen zu Antwerpen, Gent, Brügge, Seebrügge und Ostende. Ferner bestehen an der Landgrenze 94 Kontrollstellen.

II. Der Viehbestand in Belgien[1]).

A. Zahl der Tiere.

Nach der Viehzählung vom Jahre 1905 waren in Belgien an Pferden, Rindern und Schweinen vorhanden:

Pferde, und zwar

Hengste von 3 Jahren und älter .	2930
Hengste von 1 bis 3 Jahren . . .	5066
Hengstfohlen unter 1 Jahr . . .	16524
Stuten von 3 Jahren und älter . .	108088
Stuten von 1 bis 3 Jahren . . .	27379
Stutfohlen unter 1 Jahr	16034
Wallache von 3 Jahren und älter .	49913
Wallache von 1 bis 3 Jahren . .	19278
Pferde in landwirtschaftlichem Betrieb insgesamt	245212

Rinder, und zwar

Zuchtstiere (Bullen)	20758
junge Stiere	27259
Milchkühe	889125
Stärken	270480
Zugochsen	31697
Mastvieh	78696
junge Ochsen	70988
Kälber jünger als 1 Jahr	399325
Rinder insgesamt	1788328

Schweine, und zwar

Eber	3558
Zuchtsauen	123629
Mastschweine	419156
Ferkel von 2 bis 6 Monaten . .	284997
Ferkel jünger als 2 Monate . . .	215179
Schweine insgesamt	1046519

Eine Zählung der Schafe und Ziegen hat in Belgien letztmals im Jahre 1895 stattgefunden. Danach waren insgesamt vorhanden:

Schafe	235722
Ziegen	257669

[1]) Dr. Frost, Agrarverfassung und Landwirtschaft in Belgien, Berlin 1909.

Digitized by Google

Die Zahl der in Belgien ausschließlich zur Landwirtschaft verwendeten Pferde ist seit 1895 in Zunahme begriffen.

Man zählte im Jahre

1895 . . .	216199	Pferde im landwirtschaftlichen Betriebe
1900 . . .	241553	„ „ „ „
1901 . . .	244752	„ „ „ „
1902 . . .	246881	„ „ „ „
1903 . . .	248503	„ „ „ „
1904 . . .	245781	„ „ „ „
1905 . . .	245212	„ „ „ „

Die verschiedenartigen Boden- und Wirtschaftsverhältnisse des Landes bringen es mit sich, daß die Pferdehaltung am stärksten ist in Mittelbelgien, erheblich geringer im gebirgigen Süden und am schwächsten im sandigen Niederbelgien. Über die Stärke der Pferdehaltung in den einzelnen Landesteilen nach der Zählung von 1905 gibt nachstehende Tabelle Aufschluß.

Provinz	Hengste	Stuten	Wallache	zusammen
	einschließlich der Fohlen			
Antwerpen .	678	9194	7385	17257
Brabant . .	4160	23992	8590	36742
Westflandern	3147	15779	11434	30360
Ostflandern .	1854	15025	8582	25461
Hennegau .	5663	30518	10381	46562
Lüttich . .	2379	12905	6718	22002
Limburg . .	1465	10617	4771	16853
Luxemburg .	1617	14800	5424	21841
Namur . .	3561	28667	5906	38134
Belgien . .	24524	161497	69191	255212

In den Provinzen Brabant, Westflandern, Hennegau und Namur werden die meisten landwirtschaftlichen Arbeitspferde gehalten, die genannten Landesteile bilden daher auch den Hauptsitz der belgischen Pferdezucht.

B. Verhältnis des Viehbestandes zur Bevölkerung und zur Bodenfläche des Landes.

Nach der Zählung vom 31. Dezember 1904 belief sich die Einwohnerzahl Belgiens auf 7074910.

Die Gesamtfläche des Landes umfaßt 2945503 ha.

Hiervon waren im Jahre 1895

in landwirtschaftlicher Nutzung . . .	1818156 ha	= 63 %
in forstwirtschaftlicher Nutzung . . .	521495 „	= 18 %
in Gebrauch als Garten und Park . .	67419 „	= 2 %
Kulturfläche des Landes	2407070 ha	= 83 %

Der Rest von 17 % entfällt auf Öd- und Unland, Wasser, Eisenbahnen, Wege, Städte, Dörfer usw.

Digitized by Google

Auf 100 Einwohner entfallen

Pferde	3,8
Rinder . . .	25,3
Schweine . . .	14,8

Auf 100 ha der Gesamtfläche in Belgien kommen

Pferde	8,3
Rinder . . .	60,7
Schweine . . .	35,5

Auf 100 ha der in rein landwirtschaftlicher Nutzung befindlichen Fläche entfallen

Pferde	13,4
Rinder . . .	98,5
Schweine . . .	57,5

C. Hauptsächliche Tierrassen.

Pferde.

Das belgische Pferd ist ein kräftiges, schweres, gut gebautes und leistungsfähiges Zugpferd, das sich hauptsächlich zur langsamen Fortbewegung schwerer Lasten eignet. (Schrittpferd.)

Die aus früherer Zeit stammende Unterscheidung der belgischen Pferde in Flämische-, Brabanter-, Condroz- und Ardennerpferde hat heute ihre Berechtigung insofern verloren, als es besonders abgegrenzte Zuchtgebiete mit eigenem Zuchtziel für die genannten Schläge nicht mehr gibt. In ganz Belgien züchtet man vielmehr nach nahezu einheitlichem Ziele. Das heutige belgische Pferd läßt nur hinsichtlich seines Körpergewichts einige Unterschiede erkennen, die durch die verschiedene Herkunft bedingt sind. Hiernach gibt es „große Belgier" und „kleine Belgier". Die von früher her noch gebräuchlichen landschaftlichen Namen sind lediglich Handelsmarken.

Das Zuchtgebiet des „großen belgischen Pferdes" umfaßt ganz Belgien mit Ausnahme der Ardennengegend. Die schwersten Belgier züchtet man in den Provinzen Brabant und Hennegau. Auch das in der Landschaft Condroz gezüchtete Pferd ist heute ein dem Brabanter durchaus gleichartiges, schweres Pferd. Ebenso hat sich das in Flandern gezüchtete „flämische Pferd", das früher einen besonderen, dem „Friesenpferde" verwandten Schlag bildete, durch Kreuzung mit „Brabantern" dem „großen Belgier" sehr genähert.

Das „kleine belgische" oder „Ardennerpferd" wird in der Provinz Luxemburg und in kleinen Teilen der Provinzen Lüttich und Namur gezogen. Der Ardenner ist ein für das Gebirge ausgezeichnet passendes Arbeitstier, das auch als gängiges Omnibuspferd geschätzt wird und die Bespannung für die belgische Feldartillerie stellt.

Seit 1886 besteht eine ganz Belgien umfassende Vereinigung der Pferdezüchter, die Société „Le cheval de trait belge". Die Gesellschaft, der 1909 etwa 1200 Mitglieder angehörten, hat ihren Sitz in Brüssel und bezweckt die Förderung und Verbesserung des belgischen Zugpferdes. Sie gibt ein Pferdestammbuch heraus, das früher große und kleine belgische Pferde unterschied, seit 1890 aber nur eine einzige belgische Pferderasse anerkennt.

Digitized by Google

Rinder.

Den Bestrebungen der seit 1891 bestehenden „Société nationale pour l'amélioration des races bovines en Belgique" ist es gelungen, das früher unbestimmbare Gemisch belgischer Viehrassen nach Gruppen zu ordnen. Danach unterscheidet man heute

1. Flämisches Vieh,
2. Belgisches Vieh,
3. Condrozvieh,
4. Vieh des Landes von Herve,
5. Ardennenvieh,
6. Campinevieh.

Das dunkelrote, bisweilen rotbunte, in Formen und Eigenschaften ziemlich einheitlich ausgeglichene flämische Vieh ist über den Süden der Provinz Westflandern verbreitet. Es ist als Milch- und Mastvieh gleich gut geeignet und unterscheidet sich durch die Vererbungstreue seiner Eigenschaften vorteilhaft von allen übrigen belgischen Viehschlägen. Als mittlere Milchleistung der flämischen Kuh rechnet man jährlich 3000 bis 3300 kg mit 3,7 % Fettgehalt.

Das belgische Vieh, die sogenannte „Race bleue", ist hervorgegangen aus einem mit viel holländischem Blute gemischten einheimischen Vieh, das man später mit Shorthornvieh gekreuzt hat. Dieses blaugraue Vieh wird in ganz Mittelbelgien gezüchtet, allerdings neben vielem anderen Vieh von allerhand Herkunft und Eigenschaften. Das blaue Vieh ist groß und kräftig, seine Milchleistung und Mastfähigkeit werden gerühmt.

Bei den übrigen vier Viehschlägen ist von einer auch nur einigermaßen bestehenden Gleichartigkeit der Tiere zurzeit nicht die Rede. Die Hervorhebung dieser Schläge hatte anscheinend zunächst nur den Zweck, der Zucht größerer Bezirke eine einheitliche Richtung zu weisen.

Es gibt schwarz-, rot- und blaubuntes Condrozvieh, dem meist nichts weiter gemeinsam ist als eine starke Mischung mit englischem Shorthornblut. Gegenüber seiner Mastfähigkeit tritt die Milchleistung zurück.

Im Lande von Herve, wo zum überwiegenden Teile reine Weidewirtschaft betrieben wird, züchtete man früher allgemein ein rotes oder rotbuntes, kräftiges, mastfähiges Milchtier. Später führte man schwarzweißes Friesenvieh aus Holland ein, und in das seit 1884 bestehende Herdbuch von Verviers werden nur schwarzbunte Tiere eingetragen.

Das Ardennenvieh hat keinerlei einheitliche Rassemerkmale. Im allgemeinen ist es ein kleines, wenig milch- und fleischergiebiges Tier, das vielfach zur Arbeit verwendet wird. Wie die meisten belgischen Schläge ist es aus einheimischem Vieh durch Kreuzung mit holländischen und englischen Rassen entstanden.

Das Campinevieh ist ein leichtes anspruchsloses Vieh ohne jede Einheit in Form und Farbe. Es wird vielfach aus den Sandböden des südlichen Teiles der Niederlande eingeführt. Zur Mästung ist es nicht geeignet, liefert aber einen hohen Milchertrag.

Digitized by Google

Schweine.

Die belgischen Schweine sind fast ausnahmslos Kreuzungsprodukte von einheimischen Landschweinen mit eingeführten Rassen, insbesondere mit englischen Yorkshireschweinen.

Um den einheimischen Schweinebestand aus sich selbst heraus zu verbessern, setzte die Regierung im Jahre 1899 die „Commission pour l'amélioration des races porcines" ein, deren Tätigkeit auf Hebung der belgischen Schweinezucht durch regelmäßige Ausstellungen und Prämiierungen gerichtet ist und auch die Gründung von Zuchtvereinen fördert sowie die Herausgabe eines belgischen Schweineherdbuchs erstrebt.

D. Viehverwertung.

Die einheitlich im ganzen Lande betriebene Zucht des belgischen Pferdes bildet bei der allgemeinen Nachfrage nach solchen Tieren ein einträgliches Gewerbe.

Bei der Rindviehhaltung spielt die Gewinnung des für die Bodenkultur des Landes notwendigen Stalldüngers eine Hauptrolle. Zur besonderen Milchleistung ist zwar das belgische Vieh im allgemeinen nicht geeignet, gleichwohl ist die Milchgewinnung, auf die sich ein über das ganze Land verbreitetes Meierei- und Molkereiwesen aufbaut, von großer Bedeutung. Auch die Viehmästung tritt in erheblichem Maße hervor, entsprechend dem in dem dichtbevölkerten Lande bedeutenden Verbrauche von Rind- und Kalbfleisch.

Die Schweinezucht Belgiens produziert Schweinefleisch vornehmlich für den einheimischen Markt und ist nur mit großer Anstrengung imstande, den jährlich steigenden Bedarf zu decken. Vielfach besteht Arbeitsteilung der Art, daß die kleinen Besitzer Schweine züchten, während die größeren Landwirte sich mehr auf die Schweinemästung verlegen. Besonders hervorzuheben ist der Handel mit Schinken in den Ardennen.

Die Geflügelhaltung spielt in Belgien eine recht erhebliche Rolle und hat sich durch die Lieferung der „Mechelner Poularden" auch im Ausland einen Ruf erworben.

Schließlich hat noch die Kaninchenzucht für Belgien Bedeutung. Zucht und Mast wird meist von Arbeitern oder Kleinbauern betrieben. Kaninchenfleisch wird allenthalben im Inland gegessen, bildet aber auch einen Ausfuhrartikel, insbesondere nach Großbritannien.

E. Viehversicherung.

Pferdeversicherung.

Die Pferdeversicherung ist in Belgien gut organisiert und bildet ein wesentliches Förderungsmittel für die Pferdezucht des Landes.

Nach dem für das Jahr 1907 herausgegebenen „Bulletin de l'Agriculture" zählte man 1905 in Belgien 159 genossenschaftlich eingerichtete Pferdeversicherungen mit 17535 aktiven Mitgliedern und 33333 versicherten Stuten, Wallachen und Fohlen. Der versicherte Wert dieser Pferde betrug insgesamt 22870000 ℳ; für 880 während des Jahres

Digitized by Google

1905 vorgekommene Todesfälle usw. sind 289600 *M* an Entschädigungen gezahlt worden; die Verwaltungskosten beliefen sich auf 14800 *M*, die Versicherungsprämien auf 341800 *M* und an Vermögen hatten die Genossenschaften am Jahresschlusse 246310 *M*.

Die genossenschaftlichen Pferdeversicherungen umfassen in der Regel nur ein Dorf, erstrecken sich zuweilen aber auch auf mehrere Dörfer. Ihre Mitgliederzahl schwankt zwischen 30 und 300, die Zahl ihrer versicherten Pferde zwischen 40 und 400. In der Regel werden nur landwirtschaftlich benutzte einheimische Pferde aufgenommen zum Mindestwerte von 240 *M* und zum Höchstwerte von 900 bis 1500 *M*.

Die Versicherung erstreckt sich auf Todesfall oder völlige Arbeitsunfähigkeit der Tiere.

Von den Versicherungsnehmern wird ein Eintrittsgeld erhoben, das 1 bis 4 *M*, vielfach auch 1 % des Versicherungswerts beträgt. An jährlichen Prämien sind gewöhnlich $1^1/_2$ % zu entrichten. Die Schadenvergütung beträgt $66^2/_3$ bis 70 %. Der Wert der versicherten Tiere wird jährlich einmal abgeschätzt.

Die Pferdeversicherungs-Genossenschaften einer Provinz können sich zu einer Rückversicherungsgesellschaft zusammenschließen.

Der Staat unterstützt die genossenschaftliche Pferdeversicherung, indem er für jedes aufgenommene Pferd 2,40 *M* beisteuert und außerdem einen jährlichen Beitrag von 20 *M* zu den Verwaltungskosten leistet. Außerdem trägt der Staat einen Teil der Rückversicherung, indem er den zu einer Rückversicherungsgesellschaft vereinigten genossenschaftlichen Pferdeversicherungen einer Provinz als Staatsbeitrag eine Geldsumme zufließen läßt, die ebenso hoch ist wie die von den Genossenschaften an ihre Zentrale abgelieferten Beiträge (gewöhnlich $1^1/_2$ % der Prämieneinnahme), die Höhe von 1200 *M* für die einzelne Provinz aber nicht übersteigen darf.

Die sieben bestehenden Rückversicherungsgesellschaften umfaßten 1905 zusammen 148 Versicherungsgenossenschaften mit 27673 versicherten Pferden.

Bei jeder fällig werdenden Schadenvergütung bezahlen die Genossenschaft und die Rückversicherungsgesellschaft je $^1/_3$ des versicherten Wertes an das betreffende Mitglied.

Für die meist sehr hochwertigen Hengste bestehen in sechs Provinzen besondere Versicherungen, die an eine das ganze Land umfassende staatlich unterstützte Rückversicherungsgesellschaft angeschlossen sind.

Die sechs Hengstversicherungen zählten 1905 zusammen 523 aktive Mitglieder und versicherten 687 Hengste zu einem Werte von 1821000 *M*; die Zahl der im Laufe des Jahres 1905 fälligen Entschädigungen betrug 15 in einer Werthöhe von 21400 *M*; die Verwaltungskosten betrugen zusammen 1680 *M*, die Summe der eingezahlten Prämien belief sich auf 29700 *M* und das Vermögen der Versicherungen zusammen am Ende des Jahres auf 60600 *M*.

Rindviehversicherung.

Wie für die Pferdeversicherung bestehen in Belgien auch für Rindviehversicherung kleine genossenschaftliche Vereinigungen. Das Vieh größerer Besitzer gehört diesen

Digitized by Google

Vereinen in der Regel nicht an, sondern wird entweder in Selbstversicherung genommen oder bei ausländischen Gesellschaften versichert.

Im Jahre 1905 gab es in Belgien 960 genossenschaftliche Viehversicherungen mit 85983 Mitgliedern und 249273 versicherten Tieren im Werte von 68724000 *M*. Die Gesamtprämie hierfür belief sich auf 549000 *M*. Von den 6852 Schadenfällen des Jahres 1905 übernahm der Staat die Entschädigung in 963 Fällen. Aus dem Verkaufe des noch verwertbaren Fleisches wurde ein Erlös von 342000 *M* erzielt, und der von den Versicherungen bezahlte Schadenersatz betrug 549000 *M*. Die Verwaltungskosten erreichten eine Höhe von insgesamt 23000 *M*, und am Jahresschlusse verblieb in den einzelnen Kassen ein Geschäftsüberschuß von zusammen 661600 *M*.

Als den mittleren Bestand einer größeren Anzahl belgischer Viehversicherungsvereine darf man eine Mitgliederzahl von 115 Bauern mit zusammen 250 Kühen annehmen, und zwar von 35 Bauern oder Arbeitern mit je einer Kuh, von 40 mit je zwei, von 35 mit je drei, von 8 mit je vier und von 7 mit je fünf Kühen.

Ein Teil der Versicherungen erhebt feststehende Prämien von 2 bis 5 *M* für ein Stück Großvieh und gewährt eine Entschädigung von 80 bis 160 *M*, wobei dem Versicherten die etwaige Verwertung des noch verwendbaren Fleisches überlassen bleibt.

Bei anderen Vereinen bestehen drei Versicherungsklassen in verschiedener Werthöhe, nach denen die Prämien erhoben und die Entschädigungsbeträge bemessen werden.

Endlich gibt es Versicherungsvereine, in denen man die Tiere nach ihrem Werte schätzt und die Prämien sowie die Entschädigungssummen im Verhältnis zu den geschätzten Werten festsetzt. Das Schätzen geschieht gewöhnlich durch eine Kommission von Vertrauensmännern; als Prämie werden 1 bis 2% des Wertes berechnet und als Entschädigung meist zwei Drittel des Wertes erstattet.

Die Versicherung erstreckt sich nur auf Todesfall oder notwendig werdende Schlachtung. Verluste durch Brandschaden oder durch Seuchen, für die der Staat Entschädigung leistet, scheiden aus. Das verwertbare Fleisch geschlachteter Tiere wird entweder dem Versicherten überlassen oder zum Vorteil des Versicherungsvereins verkauft, der dementsprechend die an den Versicherungsnehmer zu leistende Entschädigungssumme regelt.

Auch die genossenschaftlichen Viehversicherungsvereine haben sich vielfach zu größeren Rückversicherungsverbänden zusammengeschlossen. Im Jahre 1905 gab es 12 solcher Verbände mit zusammen 675 angeschlossenen Viehversicherungsvereinen, in denen insgesamt 174907 Stück Vieh versichert waren. Der Staat gewährt ebenso wie bei der Pferderückversicherung jedem Verband eine den eingezahlten Rückversicherungsprämien ($1\frac{1}{2}$ bis 4% des versicherten Wertes) gleiche Summe, die jedoch 1200 Fr. für die Provinz nicht übersteigen darf. Im Jahre 1905 betrugen die Einnahmen der belgischen Viehrückversicherungsverbände 125000 *M* Prämien, 33000 *M* Provinzial- und 70200 *M* Staatszuschuß.

An Beihilfen zur Schadenvergütung, die gewöhnlich 30 bis 33% des verlorenen Wertes beträgt, wurden 1905 gewährt 199500 *M*; die Verwaltungskosten der Rückversicherungsverbände beliefen sich in dem genannten Jahre auf 9600 *M*.

Digitized by Google

Schweineversicherung.

Im Jahre 1906 zählte man 29 kleine Versicherungsgesellschaften gegen Schweineverluste. Ein Teil davon hat sich zu einer Rückversicherung mit dem Sitze in Brügge zusammengetan, die ebenso eingerichtet ist wie die Rückversicherungen für Pferde und Rinder und ebenfalls staatliche Unterstützung erhält.

Ziegenversicherung.

In zahlreichen Dörfern bestehen örtliche Ziegenversicherungen mit 100 bis 200 Mitgliedern. In Flandern zählte man 1906 etwa 190 solcher Dorfversicherungsgenossenschaften. Die Ziegenversicherungsvereine sind zu zwei provinzialen Rückversicherungen zusammengeschlossen.

III. Viehverkehr[1]).

A. Viehhandel im Inlande.

Der Markthandel mit Pferden verzeichnete im Jahre 1905 einen Umsatz von rund 74300 Pferden mit einem Werte von etwa 42 Millionen Mark. An Rindern wurden in der gleichen Zeit 467586 Stück auf den Markt gebracht, und der Auftrieb an Schweinen und Ferkeln betrug etwa 757000 Stück.

Diese der Marktstatistik entnommenen Zahlen geben jedoch kein Bild von dem Gesamtumfange des auch außerhalb der Märkte sich vollziehenden Viehhandels. Hierüber lassen sich Angaben nur schätzungsweise machen. Man darf aber annehmen, daß etwa die Hälfte des ganzen belgischen Pferdebestandes alljährlich den Besitzer wechselt, d. h 122600 Pferde im Werte von etwa 67 Millionen Mark. Nimmt man ferner schätzungsweise an, daß etwa $^3/_5$ des gesamten belgischen Rindviehstapels jährlich verkauft werden, so entspricht dies einem Umsatz von 1073000 Rindern im Werte von etwa 227 Millionen Mark. Ebenso greift man bezüglich des Schweinehandels wohl nicht zu hoch, wenn man den Gesamtjahresumsatz auf 1500000 Schweine und Ferkel im Werte von etwa 55 Millionen Mark schätzt.

Als hauptsächlichste Pferdemärkte sind zu nennen diejenigen in Neuschâteau, St. Hubert, Arlon, Bastogne, Ciney, Binche, Thourout und Brügge.

Der Marktverkehr mit Rindvieh verzeichnete bei einem Gesamtauftrieb von 467586 Stück im Jahre 1905[2]) einen Umsatz von

27967	Bullen . . .	zu einem Mittelpreise von	316 ℳ	für das Stück
47902	Ochsen . .	„ „ „ „	342 „	„ „ „
138772	Milchkühen .	„ „ „ „	298 „	„ „ „
55521	jungen Ochsen	„ „ „ „	149 „	„ „ „
104698	Stärken . . .	„ „ „ „	140 „	„ „ „
92726	Kälbern . .	„ „ „ „	82 „	„ „ „

---

[1]) Dr. Frost, Agrarverfassung und Landwirtschaft in Belgien, Berlin 1909. — [2]) Bulletin de l'Agriculture 1906.

Die mittleren Preise für das Kilogramm Lebend- und Schlachtgewicht an den bedeutendsten belgischen Marktorten betrugen im Jahre 1905[1])

	Lebend-Gewicht	Schlacht-Gewicht
für Ochsen	0,56 bis 0,76 *M*	1,07 bis 1,34 *M*
„ Bullen	0,44 „ 0,68 „	0,96 „ 1,17 „
„ Kühe und Stärken	0,55 „ 0,72 „	1,04 „ 1,28 „
„ Kälber	0,76 „ 1,00 „	1,04 „ 1,60 „

B. Ausfuhr und Bestimmungsländer.

	Aus Belgien wurden in den einzelnen Jahren ausgeführt:									
	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910
Pferde (erwachsene) . .	19 976	22 369	23 943	25 209	26 615	26 264	24 246	23 405	25 749	30 990
„ (Fohlen)	1 914	2 580	2 608	2 449	3 016	2 402	2 309	2 607	2 605	3 586
Rinder und Färsen . . .	82	85	120	60	97	182	75	90	132	279
Kälber	7	19	14	7	25	104	56	114	281	190
Schafe	12	1	4	2	—	3	88	10	9	21
Lämmer	—	20	—	—	—	2	62	—	—	59
Schweine	69	40	50	30	255	236	227	825	381	361

Als Bestimmungsland für die belgische Viehausfuhr ist in erster Linie Deutschland zu nennen, das fast den ganzen belgischen Pferdeexport aufnimmt. Eine geringe Anzahl von Pferden geht nach den Niederlanden, Frankreich und anderen Ländern.

Die Ausfuhr an Rindern, Schafen und Schweinen aus Belgien ist bedeutungslos.

C. Viehbeförderung auf Eisenbahnen und Schiffen.

Desinfektion.

Die Reinigung und Desinfektion der Eisenbahnwagen und Schiffe, die zur Beförderung von Vieh gedient haben, sowie der Gegenstände, die dabei mit den Tieren in Berührung gekommen sind, hat zu geschehen gemäß § 15 (Artikel 54 bis 57) der Königlichen Verordnung vom 20. September 1883.

Ställe, Buchten und Beförderungsmittel, die zur Aufnahme seuchenkranker oder -verdächtiger Tiere gedient haben, ebenso Gerätschaften und sonstige Gegenstände, die bei solchen Tieren benutzt wurden, letztere soweit sie nicht nach den bestehenden Vorschriften zu vernichten sind, müssen nach den vom Landwirtschaftsminister erlassenen Vorschriften gereinigt und desinfiziert werden.

Die Reinigung und Desinfektion der Eisenbahnwagen, die zur Beförderung von Wiederkäuern, Pferden, Eseln, Maultieren und Mauleseln gedient haben, und der Gerätschaften und sonstigen der Eisenbahnverwaltung gehörigen Gegenstände, die mit diesen Tieren in Berührung gewesen sind, geschieht nach den vom Landwirtschafts- und Eisenbahnminister erlassenen Vorschriften.

---

[1]) Annuaire statistique de la Belgique 1907.

Dieselben Bestimmungen finden Anwendung auf Eisenbahnwagen, Gegenstände usw., die nach einem Transporte solcher Tiere ins Inland zurückkehren, es sei denn, daß die Behörde die Überzeugung hat, daß die Desinfektion in dem Lande ausreichend gründlich erfolgt ist, aus dem die Wagen usw. zurückkommen.

Die Reinigung und Desinfektion der Eisenbahnwagen, Gerätschaften und Gegenstände muß unter Aufsicht der hierzu vom Landwirtschaftsminister bestellten Tierärzte erfolgen; diese richten sich bei ihrer Aufsicht nach den Bestimmungen der erwähnten Vorschriften und nach den für diesen Dienst in Frage kommenden Anweisungen.

Die zu Viehtransporten gebrauchten Schiffe sowie die an Bord oder bei Ein- oder Ausschiffung mit den Tieren in Berührung gekommenen Gerätschaften und Gegenstände müssen gemäß den für die Desinfektion von Eisenbahnwagen erlassenen Bestimmungen gereinigt und desinfiziert werden. Die Kosten hierfür sind von den Reedern oder Eigentümern der Schiffe zu tragen.

Die Ministerialverordnungen vom 25. September 1883 und vom 30. Dezember 1890, betr. die Desinfektion von Viehtransporten auf Eisenbahnen und Kleinbahnen, sehen bestimmte Stationen vor, auf denen die Reinigung und Desinfektion der im Inland verwendeten und nötigenfalls auch die der aus dem Ausland zurückkommenden Viehtransportwagen vorzunehmen ist. Die Wagen werden unmittelbar nach dem Entladen oder nach der Rückkunft nach Belgien durch Bezettelung kenntlich gemacht und zur nächsten Desinfektionsstation geleitet.

Die Desinfektionsarbeiten sind während der Tagesstunden auszuführen. Die amtstierärztliche Überwachung der Desinfektion geschieht in der Weise, daß der Veterinärinspektor mindestens zweimal im Monat jede seiner Kontrolle unterstehende Desinfektionsanstalt besichtigt; über das Ergebnis seiner Besichtigung hat er dem Ministerium vierteljährlich zu berichten.

Die Desinfektion umfaßt die Reinigung und die eigentliche Desinfektion. Für diese können wahlweise nachstehende Mittel verwendet werden:

1. Ausgiebige Bestrahlung mit Wasserdampf; von diesem Mittel, das mit oder ohne Zusatz von Desinfektionsmitteln angewendet werden kann, ist, soweit es die Umstände gestatten, Gebrauch zu machen;
2. Gründliches Waschen mit heißer Sodalauge;
3. Waschen mit Chlorkalkmilch;
4. Waschen mit 2 bis 5%iger Karbolsäurelösung.

Die Desinfektion hat innerhalb 6 Stunden nach dem Entladen oder der Ankunft an der Desinfektionsstation zu erfolgen. Vor neuer Beladung sind die Wagen ausreichend zu trocknen und zu lüften.

Werden beim Entladen kranke oder verdächtige Tiere gefunden, so sind sie bis zur weiteren Anordnung des beamteten Tierarztes abzusondern. Kadaver von Tieren, die während des Transports verendet sind, verbleiben im Wagen bis zur amtstierärztlichen Feststellung der Todesursache, auf Grund deren dann die weiteren Anordnungen erfolgen.

Die aus den Wagen entfernten Stoffe, Streu, Dünger, Futterreste usw. sind lagenweise mit einer 4 bis 5 cm dicken Schicht Ätzkalk zu bedecken.

Rampen und Buchten, die bei der Ver- und Entladung von Tieren betreten wurden, sind zu reinigen und beim Herrschen von Seuchen auf Anweisung des Amtstierarztes zu desinfizieren.

Über die Vornahme der Desinfektion von Eisenbahnviehwagen sind an den betreffenden Stationen Listen zu führen, aus denen Tag und Stunde des Beginns und der Beendigung der Desinfektion jedes einzelnen Wagens ersichtlich sein müssen.

Die Eisenbahnverwaltungen sind ermächtigt, für die Desinfektion eines jeden Wagens eine Taxe bis zu 3 Fr., auf Kleinbahnen bis zu 1,25 Fr., zu erheben.

D. Beaufsichtigung der Viehmärkte, der Gastställe und öffentlichen Pferdeschauen.

Die amtstierärztliche Überwachung der Viehmärkte und Gastställe sowie der Pferdeschauen und der öffentlichen Betriebe, in denen eine größere Anzahl von Pferden verwendet wird, ist geregelt durch die Paragraphen 8 und 9 (Artikel 17 bis 29) der Königlichen Verordnung vom 20. September 1883. Zur Sicherstellung der amtstierärztlichen Marktüberwachung haben die Ortsbehörden dem beamteten Tierarzt jährlich ein Verzeichnis der auf ihrem Gebiete stattfindenden Märkte zu übermitteln. Die Kosten der tierärztlichen Überwachung werden von den Gemeinden getragen, in denen die Märkte stattfinden. An jedem Marktort muß ein geeigneter Raum zur Absonderung kranker oder verdächtiger Tiere vorgesehen sein. Anlage und Einrichtung der Märkte und Gastställe müssen den zur Verhütung etwaiger Seuchenverbreitung notwendig erscheinenden Bedingungen entsprechen. Märkte, die diesen Anforderungen nicht genügen, kann der Landwirtschaftsminister verbieten; auch kann er ungeeignete Gastställe schließen lassen. Ferner ist er berechtigt, die Abhaltung von Viehmärkten zu untersagen, wenn die Ortsbehörde nicht für entsprechende veterinärpolizeiliche Überwachung Sorge getragen hat, und wenn der Ausbruch einer ansteckenden Seuche zu befürchten ist. In diesem Falle kann sich das Marktverbot auf alle oder auf bestimmte Tierarten erstrecken. Kranke oder verdächtige Tiere sind sofort vom Markte zu entfernen und abzusondern. Tiere, die mit Rotz, Lungenseuche, Pockenseuche, Tollwut oder Milzbrand behaftet befunden werden, sind alsbald zu töten. Sind die Tiere nur als seuchenverdächtig anzusehen, so kann der Bürgermeister auf Antrag des Eigentümers oder des Viehhalters ihre Tötung anordnen. Beim Transport der Tiere zur Schlachtstätte hat die Ortsbehörde Maßnahmen zu treffen, die eine Übertragung der Seuche auf andere Tiere verhüten. Wird eine Seuche oder der Seuchenverdacht festgestellt bei einem von außerhalb des Marktorts oder der Provinz stammenden Tiere, so hat der Bürgermeister hiervon sofort dem Gouverneur Anzeige zu machen, der dann die Anordnung entsprechender Maßnahmen am Herkunftsort der Tiere veranlaßt. Der beamtete Tierarzt hat nach Schluß eines jeden von ihm besuchten Marktes dem Bürgermeister und dem Gouverneur zu berichten.

Auch die zeitweiligen Pferdeschauen, für die Tiere mehrerer Besitzer zu andern als Verkaufszwecken zusammengebracht werden, unterliegen ähnlich wie die Märkte der tierärztlichen Überwachung. Bei bestehendem Marktverbote haben die Bürgermeister darauf zu achten, daß an den Marktorten keinerlei marktähnliche Veranstaltung stattfindet. Die Veterinärinspektoren haben von Zeit zu Zeit und so oft sie es für er-

Digitized by Google

forderlich halten, die Pferde von Pferdebahn- und Omnibusgesellschaften, Treidelbetrieben, Fuhrhaltereien usw. zu besichtigen. Sobald in einem dem öffentlichen Verkehre dienenden Betriebe mehr als 50 Pferde gehalten werden, ist der Eigentümer verpflichtet, einen von besonderem Personal bedienten Stallraum zur Absonderung rotzkranker oder rotzverdächtiger Pferde einzurichten.

Für die gesundheitspolizeiliche Beaufsichtigung der Schlachtviehmärkte ist unter dem 24. Oktober 1898[1]) eine Verordnung erlassen worden. Danach müssen Schlachttiere, die in einem öffentlichen oder privaten Schlachthaus eines anderen als des Marktorts geschlachtet werden sollen, nach Schluß des Marktes mit einem Brandzeichen versehen werden. Die so gekennzeichneten Tiere dürfen nach Orten im Umkreis von 20 km vom Marktort zu Fuß nach der Schlachtstätte getrieben werden, sonst sind sie am Marktort oder an der nächsten Eisenbahnstation zu verladen. Das Bürgermeisteramt des Bestimmungsorts ist von der Ankunft der Tiere zu verständigen. Die auf Schlachtviehmärkten unverkauft gebliebenen Tiere sind ebenfalls zu kennzeichnen. Sie dürfen nur am gleichen Marktort erneut zum Verkaufe gebracht werden.

IV. Bekämpfung der Viehseuchen.

A. Abwehrmaßregeln gegen die Einschleppung von Viehseuchen aus dem Auslande.

Die Regierung ist auf Grund des Gesetzes vom 30. Dezember 1882[2]) über die Gesundheitspolizei der Haustiere ermächtigt, durch Königliche Verordnung diejenigen Maßnahmen zu treffen, die bei Befürchtung der Einschleppung von Viehseuchen aus dem Ausland an den Landesgrenzen zur Regelung des Viehhandels mit dem Ausland notwendig erscheinen.

Dementsprechend sieht die Königliche Verordnung vom 20. September 1883 in den §§ 13 und 14 (Artikel 44 bis 53) nachstehende Bestimmungen vor über die Ein- und Durchfuhr von Vieh, tierischen Rohstoffen und Erzeugnissen sowie von giftfangenden Gegenständen.

Der Wortlaut der Artikel 45, 46 und 47 der genannten Königlichen Verordnung ist durch Königliche Verordnung vom 27. Mai 1899[3]) abgeändert worden.

Danach ist die Ein- und Durchfuhr seuchenkranker oder seuchenverdächtiger Tiere verboten.

Die Einfuhr von Rindern, Schafen, Ziegen und Schweinen ist nur über die von dem Minister für Landwirtschaft und öffentliche Arbeiten im Einverständnisse mit dem Finanzminister besonders bestimmten Zoll- und Nebenzollämter an den dazu festgesetzten Tagen und Stunden gestattet.

Die Einfuhr darf nur unter der Bedingung erfolgen, daß die Tiere sofort bei der Grenzüberschreitung einer gesundheitspolizeilichen Untersuchung unterzogen und dabei für gesund befunden werden. Die Kosten der Untersuchung sind von den Einführenden zu tragen.

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1899, S. 9. — [2]) Recueil des lois et règlements relatifs à la police sanitaire des animaux domestiques, au fonds d'agriculture et au service vétérinaire. Bruxelles 1908, p. 13. — [3]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1899, S. 556.

Digitized by Google

Der Minister für Landwirtschaft und öffentliche Arbeiten kann verfügen, daß gewisse Tiergattungen nach erfolgter gesundheitspolizeilicher Untersuchung in besonders dazu getroffenen Einrichtungen auf Kosten und Gefahr der Einführenden einer Quarantäne von höchstens 10 Tagen unterworfen werden.

In schweren Fällen von Verseuchung des Auslandes kann der Minister für Landwirtschaft usw. die Ein- und Durchfuhr gewisser Tiergattungen, ihrer Teile, von Stallzubehör und Beförderungsmitteln verbieten. In dem betroffenen Grenzbezirk ist alsdann der Verkehr mit allen diesen Gegenständen entsprechend eingeschränkt.

Wenn ein Tier bei der Einfuhr mit einer ansteckenden Krankheit behaftet befunden wird oder einer solchen verdächtig erscheint, so hat der mit der gesundheitspolizeilichen Kontrolle betraute Tierarzt durch Vermittlung des Vorstehers des Zollamts den Einführenden oder den Begleiter zur unverzüglichen Rückbeförderung des Tieres sowie aller in demselben Eisenbahnwagen befindlichen Tiere nach dem Herkunftsland aufzufordern. Die Maßregel kann auch auf alle mit demselben Zuge angekommenen Tiere ausgedehnt werden, wenn sie von ein und demselben Markte oder von ein und demselben Versand- oder Umladeplatze herkommen.

Wird dieser Aufforderung von dem Einführenden oder dem Begleiter nicht Folge geleistet oder die Zurücknahme im Herkunftslande verweigert, so werden die Tiere auf Kosten des Einführenden unter Sperre gehalten. Tiere, die mit Rotz, Lungenseuche, Pockenseuche, Tollwut oder Rinderpest behaftet erscheinen, sind ohne Entschädigung von dem Eigentümer oder in dessen Abwesenheit auf Betreiben der Lokalbehörde sobald als möglich, spätestens aber innerhalb dreier Tage, abzuschlachten.

Tiere, die für den Transithandel ohne Umladung mit der Eisenbahn eingeführt werden, sind keiner besonderen Kontrolle unterworfen.

Die auf dem Wasserwege für den Durchfuhrhandel oder für den Konsum eingeführten Tiere werden im Ankunftshafen einer Gesundheitskontrolle unterworfen. Außerdem sind diese Tiere, abgesehen von den unmittelbar zur Durchfuhr bestimmten, einer Quarantäne unterworfen, deren Dauer der Landwirtschaftsminister festsetzt.

Die auf dem Landweg im unmittelbaren Durchgangsverkehr eingeführten Tiere, ebenso die aus dem Innern des Landes kommenden und für die Ausfuhr zu Wasser bestimmten Tiere dürfen nur ausgeführt werden, wenn sie bei ihrer Ankunft im Hafen seuchenfrei befunden worden sind. Der Landwirtschaftsminister erläßt die zur Ausführung dieses Artikels erforderlichen Bestimmungen.

Einfuhr von Rindern, Schafen und Schweinen aus überseeischen Ländern.

Rinder, Schafe und Schweine aus überseeischen Ländern dürfen nur über die Häfen von Antwerpen, Gent oder Ostende eingeführt werden.

Die Tiere sind in den Schlachthäusern dieser Städte oder in den behördlich genehmigten Schlächtereien in der Nähe des Hafens abzuschlachten.

Sie müssen vom Orte der Ausschiffung nach den genannten Anstalten auf Wagen befördert und dort innerhalb dreier Tage geschlachtet werden.

Tiere anderer Herkunft von der gleichen Gattung, die über die genannten Häfen kommen, werden wie jene behandelt.

Digitized by Google

Ausnahmen von diesen Bestimmungen können nur mit Genehmigung des Landwirtschaftsministers und wenn es sich um Zuchttiere der in Absatz 1 genannten Gattungen handelt, gemacht werden. Außerdem kann der Landwirtschaftsminister die Einfuhr von Schafen aus bestimmten Herkunftsorten und unter gewissen Bedingungen erlauben.

Der Minister für Landwirtschaft und für öffentliche Arbeiten ist mit der Ausführung der die Einfuhr von Tieren aus dem Ausland regelnden Verordnungen betraut (Königliche Verordnungen vom 22. Januar 1897[1]), vom 30. März 1903[2]) sowie vom 7. und 8. Juni 1911)[3]).

Der Landwirtschaftsminister bezeichnet die Häfen, über welche die Ein- und Ausfuhr von Tieren stattfinden darf sowie die Tierarten, die einer tierärztlichen Kontrolle zu unterwerfen sind.

Nach einer hierzu ergangenen Ministerialverordnung vom 25. September 1883, betreffend die Überwachung der Ein- und Ausfuhr von Vieh, ist in jedem der für den internationalen Verkehr zugelassenen Häfen die veterinärpolizeiliche Überwachung des Viehes einem vom Landwirtschaftsministerium hierzu besonders ernannten Tierarzt unterstellt. Sie erstreckt sich auf die Untersuchung der Tiere vor der Verschiffung und vor oder während der Ausschiffung, auf die Besichtigung der Schiffe und der zur Unterbringung der Tiere bestimmten Räume sowie auf die Kontrolle der Desinfektion der Schiffe, die zur Viehbeförderung verwandt worden sind.

Die Kadaver von Tieren, die auf dem Seetransporte verendet sind, dürfen nicht in einen Fluß oder Kanal geworfen werden; ihre Ausschiffung ist nur nach vorheriger Untersuchung durch den Hafenveterinär zulässig. Hält dieser zur Sicherung der Diagnose eine Obduktion für notwendig, so ist sie an geeigneter Stelle und mit aller zur Verhütung etwaiger Seuchenverbreitung nötigen Vorsicht auszuführen. Nach dem Ergebnis dieser Untersuchung hat der Veterinär die erforderlichen Maßnahmen zu treffen; inzwischen sind sämtliche Tiere der betreffenden Ladung als seuchenverdächtig an Bord oder an einer sonst geeigneten Stelle unter Sperre zu halten.

Die bei der Ausschiffung vorgeschriebene tierärztliche Untersuchung der Tiere kann stattfinden an Bord, während des Entladens oder in besonders hierzu eingerichteten Buchten. Die Untersuchungen vor der Verschiffung der Tiere haben auf dem Kai oder in den vorgenannten Buchten zu geschehen. Sämtliche Untersuchungen haben bei Tageslicht stattzufinden. Die Unternehmer haben die Hafenveterinäre vom Eintreffen der Viehtransportschiffe zu benachrichtigen und ihnen die zur Untersuchung der Tiere erforderlichen Mannschaften und Hilfsmittel zur Verfügung zu stellen. Die Ortspolizeibehörde hat bei jeder derartigen Untersuchung mitzuwirken.

Die Gemeindebehörden, in deren Bezirke die genannten Häfen liegen, müssen für Einrichtung von Ausschiffungsplätzen und Eisenbahnverladestellen mit allen für

---

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1897, S. 227. — [2]) Desgl. 1903, S. 455. — [3]) Desgl. 1911, S. 805.

die Ausladung der Tiere notwendigen Vorrichtungen Sorge tragen. Außerdem müssen sie zur Verfügung der Spediteure Gebäude und die nötigen Absperreinrichtungen bereitstellen, um die Kontrolle der Tiere zu erleichtern und sie nötigenfalls in Quarantäne nehmen zu können.

Wenn die Befürchtung der Einschleppung einer Seuche besteht, die in unmittelbarer Nähe der Grenzen herrscht, so bestimmt der Bürgermeister der betreffenden Gemeinde nach Übereinkunft mit dem zuständigen Veterinärinspektor oder dessen Stellvertreter die für notwendig erachteten Beschränkungen für den Handel mit Vieh im Umherziehen und für den Transport von Gegenständen, die als Träger von Seuchenkeimen zur Verbreitung der Seuche beitragen können.

Der Bürgermeister unterrichtet den Veterinärinspektor von seinen Maßnahmen; dieser benachrichtigt davon den Landwirtschaftsminister, der endgültige Bestimmungen trifft und, sofern es ihm nötig erscheint, eine Zählung des Viehes in den bedrohten Gemeinden anordnet.

Maßregeln gegen die Einschleppung der Tuberkulose aus dem Auslande.

In der Königlichen Verordnung über die Bekämpfung der Rindertuberkulose vom 10. August 1897[1]) (vergl. S. 537) sind Bestimmungen enthalten über die aus dem Ausland zur Einfuhr gelangenden Rinder.

Danach werden zur Abwehr der Tuberkuloseeinschleppung alle von außerhalb kommenden Rinder bei ihrem Eintritt in das Land auf Kosten des Einführenden untersucht und mit einem Kennzeichen versehen. Die Tiere werden vor der Untersuchung ausgeladen.

Werden Tiere, die zu Wasser oder zu Lande eingeführt werden sollen, an der Grenze als mit Tuberkulose behaftet oder dieser Krankheit verdächtig befunden, so sind sie nach Anbringung eines bleibenden Kennzeichens in das Herkunftsland zurückzuweisen. Wird die Zurücknahme verweigert, so sind die Tiere abzusondern und spätestens binnen dreier Tage abzuschlachten.

Der Minister kann die Einfuhr von Rindern aus einem Lande, in dem die Tuberkulose herrscht, verbieten oder anordnen, daß die Tiere auf Kosten und Gefahr der Einführenden der Tuberkulinprobe unterworfen werden. Mit Tieren, die bei der Probe als krank befunden werden, oder die auf die Tuberkulinimpfung reagiert haben, wird so verfahren, wie mit den an der Grenze zurückgewiesenen.

Werden Tiere, die zurückgewiesen und in das Herkunftsland wieder zurückgebracht worden waren, erneut in Belgien eingeführt, so verfügt der Minister ihre Abschlachtung. Ebenso kann er ganz allgemein die Schlachtung solcher Tiere anordnen, wenn in dem Herkunftslande keine wirksamen Maßnahmen getroffen sind, um ihre Wiedereinfuhr nach Belgien zu verhindern.

---

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1898, S. 53.

Die Einfuhr von Pferden ist durch die Königliche Verordnung vom 14. März 1897[1]) so geregelt, daß alle zur Einfuhr nach Belgien bestimmten Pferde[2]) auf Kosten der Importeure zu untersuchen sind.

Die Zollämter, über welche die Einfuhr erfolgen darf, und die Tage und Stunden, an denen die Zollstellen geöffnet sind, werden vom Minister für Landwirtschaft usw. in Übereinstimmung mit dem Finanzminister bezeichnet.

Die zur Schlachtung bestimmten Einhufer werden nur dann in das Land eingelassen, wenn sie von Krankheiten, die der Minister näher bezeichnet, frei sind. Wenn die eingeführten Tiere den Vorschriften nicht entsprechen, so werden sie, falls ihre Wiederausfuhr unterbleibt, getötet und ohne Schadenersatz unschädlich beseitigt[3]).

Die zur Schlachtung bestimmten Einhufer sind mit einer metallenen Marke zu versehen. Sie dürfen nur unmittelbar in ein öffentliches Schlachthaus oder in eine Privatschlächterei übergeführt werden, woselbst sie bis zur Schlachtung abgesondert bleiben müssen. Die Schlachtung hat spätestens acht Tage nach Ankunft der Tiere zu erfolgen.

Pferde, die nicht zur Schlachtung bestimmt, ihrer Herkunft nach aber des Rotzes oder der Ansteckung mit Rotz verdächtig sind, ebenso Pferde von geringem Werte sind nach ihrer Einfuhr der Malleinprobe zu unterwerfen. Zu diesem Zwecke sind sie auf Kosten der Einführenden während mindestens dreier Tage an der Grenze unter Beobachtung zu stellen.

Die als rotzkrank erkannten oder auf Grund der Malleineinspritzung nach Maßgabe der charakteristischen Reaktion als rotzig anzusehenden Pferde sind ohne Entschädigung auf Anordnung des Bürgermeisters der Grenzgemeinde, über die sie eingeführt werden sollten, binnen dreier Tage zu töten.

Die zur unmittelbaren Durchfuhr eingeführten Pferde sind den in dieser Verordnung vorgesehenen Maßregeln nicht unterworfen.

Nach dem zu der vorstehenden Königlichen Verordnung ergangenen Ministerialerlasse vom 28. Juni 1897[4]) und der Bekanntmachung des Ministers für Landwirtschaft vom 22. Februar 1910[5]) ist die Ein- und Durchfuhr von Pferden nur über bestimmte Häfen und Zollstellen und unter besonderen Bedingungen gestattet.

Die Bestimmungen dieser Verordnungen kommen nicht zur Anwendung:

a) bei Arbeits- und Dienstpferden usw. im Grenzverkehre;

b) bei Zug- und Reitpferden usw. der Landwirte, Gewerbetreibenden, Reisenden, Kutscher, Schiffahrts- und Postfuhrunternehmer, ebenso bei Stuten, die den im Grenzgebiet aufgestellten Zuchthengsten zum Decken zugeführt werden;

c) bei Rennpferden oder anderen zu sportlichen Veranstaltungen in das Land gebrachten Pferden.

---

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1897, S. 413. — [2]) Die Bestimmungen der Königlichen Verordnung vom 14. März 1897 sind durch die Königliche Verordnung vom 29. April 1903 — Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1903, S. 686 — für anwendbar erklärt worden auf alle einhufigen Haustiere (Pferde, Esel, Maulesel und Maultiere).

[3]) Abänderung gemäß der Königl. Verordnung vom 4. August 1910 — Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1910, S. 1134.

[4]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1897, S. 715. — [5]) Desgl. 1910, S. 535.

Digitized by Google

Gleichwohl können auch die unter a bis c genannten Pferde der gesundheitlichen Untersuchung unterworfen werden, sobald der Tierarzt oder der Vorsteher der Zollstelle oder der Eisenbahn das Vorhandensein von Rotz vermutet.

Gemäß Verordnung des Ministers des Innern und der Landwirtschaft vom 4. August 1910[1]) zur Königlichen Verordnung gleichen Datums (s. o.) werden als Krankheiten, von denen die zur Einfuhr zugelassenen Einhufer frei sein müssen, angesehen: 1. Schwere Erkrankungen, 2. Krankheiten, die zwar nicht schwer, wohl aber hartnäckig sind, wie Räude, ausgebreitete Flechte, Elefantiasis, Fesselgeschwulst, Wassersucht der Gliedmaßen, eitrige Gelenkentzündung, Widerristleiden, Abszesse, Phlegmone, ausgebreitete Geschwülste usw. Wenn die mit den erwähnten Leiden behafteten Tiere nicht wieder in ihr Herkunftsland ausgeführt werden, so werden sie in eine zu diesem Zwecke bestimmte Abdeckerei gebracht und getötet. Das Fleisch wird denaturiert und ohne Schadenersatzleistung unschädlich beseitigt.

Die Einfuhr und Durchfuhr von Wiederkäuern und Schweinen aus Deutschland und Luxemburg ist verboten durch Verordnung des Landwirtschaftsministers vom 1. Mai 1894[2]). Ausnahmen sind zugelassen durch die Bekanntmachung vom 11. Januar 1911[3]).

Im übrigen gelten für die Vieheinfuhr im wesentlichen nachstehende Bestimmungen.

Milchkühe und tragende Färsen dürfen eingeführt werden gegen 3 Fr. Einfuhrzoll pro 100 kg nach 10tägiger Quarantäne an der Grenze und negativ verlaufener Tuberkulinimpfung. Von den 14 Quarantänestationen des Landes liegen 11 an der niederländischen und 3 an der französischen Grenze. Die Impfung mit Tuberkulin geschieht am 2. oder 3. Tage nach Ankunft der Tiere. Reagierende Tiere werden durch Ohrschnitt gekennzeichnet und auf Kosten des Einführenden über die Grenze zurückgeschickt. Tiere, die nicht reagiert haben, erhalten eine Ohrmarke mit laufender Nummer, dem Namen der Quarantänestation und dem Datum der Einfuhr. Wird bei späterer, jedoch frühestens sechs Monate nach der Einfuhr erfolgender Schlachtung das Vorhandensein der Tuberkulose festgestellt, so hat der Besitzer des Tieres Anspruch auf staatliche Entschädigung.

Schlachtvieh darf eingeführt werden unter der Bedingung, daß es sofort einem Schlachthof zugeführt wird. Der Einfuhrzoll beträgt pro 100 kg für fette Ochsen und fette Kälber 5 und für fette Kühe 3 Fr. Die Einfuhr darf an den Hauptgrenzstationen zweimal wöchentlich stattfinden. Die Tiere werden an der Grenze auf klinisch erkennbare Krankheiten untersucht, mit einer Datum und Namen der Grenzstation tragenden Ohrmarke versehen und in geschlossenen Eisenbahnwagen nach dem Schlachthof weiterbefördert. Krank befundene Tiere werden auf Kosten des Einführenden an der Grenze zurückgesandt.

Zuchttiere dürfen mit besonderer ministerieller Erlaubnis eingeführt werden. Für Magervieh sind die Grenzen geschlossen.

---

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1910, S. 1134 — [2]) Desgl. 1894, S. 355. — [3]) Desgl. 1911, S. 173.

Digitized by Google

Durch Königliche Verordnung vom 6. August 1900[1]) und Ministerialerlaß hierzu vom 20. August 1900[1]) ist bestimmt, daß alles in das Land eingeführte Rindvieh am linken Ohre mit einer Messingmarke versehen sein muß. Es ist verboten, die Erkennungsmarke den lebenden Tieren abzunehmen oder die Aufschrift zu verwischen.

Die Fleischbeschauer haben darauf zu achten, daß die Marken bei der Untersuchung abgelöst werden. Diese Marken sind in geeigneter Verpackung von 3 zu 3 Monaten dem Minister einzusenden. Handelt es sich um die Abschlachtung oder Beanstandung eines Stückes Vieh, für das Entschädigung aus der Staatskasse geleistet wird, so sind die Zeichen der Ohrmarke in das Dienstbuch und die Untersuchungsbescheinigung des tierärztlichen Sachverständigen einzutragen.

Die Einführenden haben bei der Vornahme der Markierung Hilfe zu leisten.

Die von Ausländern nach Belgien auf die Weide gebrachten Tiere können von der Markierung ausgenommen werden.

Zur Abwehr der mit der Geflügeleinfuhr verbundenen Gefahr der Einschleppung von Geflügelseuchen ist in der Königlichen Verordnung vom 29. August 1901[2]) vorgeschrieben, daß die Einfuhr von Hühnern (Hähnen, Hennen, jungen Hähnen, Junghennen und Küchlein) im allgemeinen nur über bestimmte Zollämter stattfinden darf, im übrigen aber auch sonst gegen Vorzeigung regelrechter Herkunftsausweise erfolgen kann. Die Hühner können auf Kosten der Einführenden einer Quarantäne unterworfen werden. Der Landwirtschaftsminister kann die Ein- und Durchfuhr von Hühnern untersagen.

Die Einfuhr von Geflügel findet an den vom Landwirtschaftsminister festgesetzten Tagen und Stunden und zu den von ihm bestimmten Gebühren statt.

Das Geflügel ist erst dann zur Einfuhr zuzulassen, wenn es von dem beamteten Tierarzt untersucht und frei von ansteckenden Krankheiten (Diphtherie, ansteckendem Nasenkatarrh oder Cholera) befunden worden ist.

Hat der beamtete Tierarzt eine der vorgenannten Krankheiten an dem zur Einfuhr bestimmten Geflügel festgestellt, so werden auf Anordnung des Stationsvorstehers oder des Zollinspektors sofort nach dem Ursprungslande zurückbefördert: a) die erkrankten Tiere, b) Tiere, die sich in demselben Korbe, demselben Käfig oder sonstigen Behältnis befanden, c) Tiere, die derselben Sendung angehörten oder sich in demselben Wagen befanden. Die Rücksendung unterbleibt, wenn der Empfänger die sofortige Tötung aller vorbezeichneten Tiere vorzieht.

Die nach der Tötung vom beamteten Tierarzt als zum Genusse für Menschen ungeeignet befundenen Tiere werden in Gegenwart der Ortspolizeibehörde unschädlich beseitigt (verbrannt). Die Behältnisse werden desinfiziert und dann dem Empfänger zugestellt. Diejenigen Krankheiten, die das eingeführte Geflügel für den Genuß untauglich machen, werden durch Ministerialverfügung bekannt gegeben.

Wenn der Beteiligte das Vorliegen einer ansteckenden Krankheit und die Notwendigkeit der angeordneten Maßnahmen bestreitet, so kann er auf seine Kosten einen zweiten geprüften Tierarzt zur Begutachtung heranziehen. Bei Meinungs-

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1900, S. 976. — [2]) Desgl. 1901, S. 1154.

Digitized by Google

verschiedenheiten benachrichtigt der Kontrolltierarzt unverzüglich den Veterinärinspektor. Das Gutachten des letzteren ist entscheidend.

Die Bestimmungen dieser Verordnung finden keine Anwendung auf die unmittelbare Durchfuhr von Geflügel mit der Eisenbahn ohne Umladung.

Gemäß Bekanntmachung des Landwirtschaftsministers vom 22. Februar 1910[1]) ist die Einfuhr von Geflügel auf dem Seeweg über die Häfen von Antwerpen, Gent, Ostende, ferner auf dem Eisenbahn- und Landweg an bestimmten Tagen und Stunden über bestimmte Zollstellen und unter besonderen Bedingungen gestattet.

B. Bekämpfung der Viehseuchen im Inlande.

a) Allgemeines. Anzeigepflicht. Entschädigung.

Die Seuchenbekämpfung in Belgien geschieht auf Grund des Gesetzes vom 30. Dezember 1882 über die Gesundheitspolizei der Haustiere. Danach ist die Regierung ermächtigt, die beim Herrschen ansteckender Tierkrankheiten im Inland nötig erscheinenden Maßnahmen durch Königliche Verordnung vorzuschreiben.

Jedem Eigentümer, dessen Pferde oder Rinder getötet oder dessen Futtermittel oder andere Gegenstände auf Anordnung der zuständigen Behörde zur Verhinderung der Weiterverbreitung einer Seuche vernichtet worden sind, kann von Staatswegen eine Entschädigung zugebilligt werden. Eine Königliche Verordnung regelt die Höhe dieser Entschädigung sowie die Formalitäten und Bedingungen, unter denen ihre Auszahlung erfolgt.

Der Minister des Innern kann den Beamten der Zoll-, Steuer- und Forstverwaltung, den Offizieren und Unteroffizieren der Armee und auch anderen Personen das Recht einräumen, im ganzen Lande Nachforschungen anzustellen und durch Anklage, die bis zur Erweisung des Gegenteils zu Recht besteht, Zuwiderhandlungen gegen die Bestimmungen des vorliegenden Gesetzes festzustellen. Diese Anklagen sind innerhalb dreier Tage dem Staatsanwalte zu übermitteln.

Alle 3 Jahre soll ein Bericht über die Ausführung dieses Gesetzes und über den Gesundheitszustand der Haustiere durch die Regierung den Kammern vorgelegt werden.

b) Strafbestimmungen.

Von besonderer Bedeutung für die Seuchenbekämpfung sind die in den Artikeln 319 bis 321 des „Code pénal" vom 8. Juni 1867 enthaltenen Strafbestimmungen.

Mit Gefängnis von 8 Tagen bis 2 Monaten und mit Geldstrafe von 26 bis 200 Fr. wird bestraft, wer Vieh, das einer der von der Regierung als ansteckend bezeichneten Krankheiten verdächtig ist, im Besitz oder in Pflege hat und nicht sofort dem Bürgermeister der Gemeinde, in der es sich befindet, Anzeige erstattet, oder wer solches Vieh, noch bevor der Bürgermeister auf die Anzeige hin eingreift, nicht abgesondert hält.

Mit Gefängnis von 2 bis 6 Monaten und einer Geldstrafe von 200 bis 500 Fr. wird bestraft, wer dem behördlichen Verbot entgegen seuchenkrankes oder angestecktes

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1910, S. 585.

Vieh mit anderem Vieh in Berührung gebracht hat. Ist hierdurch ein Seuchenausbruch unter dem anderen Vieh erfolgt, so wird derjenige, der dem Verbote zuwidergehandelt hat, mit Gefängnis von 6 Monaten bis 3 Jahren und mit einer Geldstrafe von 100 bis 3000 Fr. bestraft.

c) Liste der Viehseuchen.

Als ansteckende Krankheiten, die gemäß Artikel 319 bis 321 des Strafgesetzbuchs vom 8. Juni 1867 zu Übertretungen der Viehseuchengesetzgebung Anlaß geben können, werden durch Königliche Verordnung vom 15. September 1883 folgende bezeichnet:

1. Bei den Einhufern (Pferd, Esel, Maultier, Maulesel) der Rotz;
2. bei den Wiederkäuern die Rinderpest und die Maul- und Klauenseuche;
3. bei den Rindern die Lungenseuche;
4. bei den Schafen die Schafpocken, die bösartige Klauenentzündung und die Räude;
5. bei den Schweinen die Maul- und Klauenseuche;
6. bei allen Säugetieren die Tollwut und der Milzbrand.

d) Allgemeine Regelung der Gesundheitspolizei der Haustiere.

Durch Königliche Verordnung vom 20. September 1883 sind zur Bekämpfung ansteckender Tierkrankheiten im Inland nachstehende Maßnahmen getroffen.

1. Begriffsbestimmung für ansteckende Krankheiten, kranke, seuchenverdächtige und ansteckungsverdächtige Tiere.

Die Bestimmungen dieses allgemeinen Verwaltungsreglements beziehen sich auf die gemäß Artikel 319 des Strafgesetzbuchs als ansteckend bezeichneten Krankheiten.

Im Sinne der vorliegenden Verordnung gelten:

1. als seuchenkrank Tiere, die während des Lebens oder nach Öffnung des Kadavers Erscheinungen zeigen, die nach dem neuesten Stande der Wissenschaft das Vorhandensein der Krankheit unzweifelhaft erscheinen lassen;

2. als seuchenverdächtig Tiere, die Erscheinungen oder Veränderungen aufweisen, die den Verdacht des Vorhandenseins der Krankheit erwecken;

3. als ansteckungsverdächtig:

a) bei Rotz Pferde (Esel, Maultiere oder Maulesel), die infolge Zusammenseins im gleichen Stalle oder bei der Arbeit durch Gegenstände infiziert sein können, die von einem rotzkranken Tiere herstammen oder von diesem benutzt worden sind;

b) bei Maul- und Klauenseuche Wiederkäuer und Schweine, die mit einem an dieser Krankheit leidenden Tiere zusammen im Stalle, auf derselben Weide oder sonst zusammen gewesen sind;

c) bei Lungenseuche Rinder, die im Stalle oder auf der Weide mit einem an dieser Krankheit leidenden Tiere zusammen gewesen sind;

d) bei Schafpocken, Räude oder bösartiger Klauenentzündung Schafe einer Herde, von der ein Tier krank ist oder sich an einem Orte befunden hat, an dem eine der genannten Krankheiten herrscht;

e) bei Tollwut Tiere, die von einem wutkranken Tiere gebissen wurden oder mit ihm zusammen umhergelaufen sind.

2. Seuchenkranke oder seuchenverdächtige Tiere. Anzeige. Vorbeugungsmaßnahmen.

Jeder, der Vieh besitzt oder hält, hat beim Auftreten seuchenverdächtiger Erscheinungen bei den Tieren oder wenn diese mit kranken Tieren zusammen gewesen sind, sofort dem Bürgermeister der Gemeinde, in der sich die Tiere befinden, Mitteilung zu machen. Dieselbe Verpflichtung ist den praktischen Tierärzten und Veterinärbeamten auferlegt.

Die als verdächtig bezeichneten Tiere sind von dem Eigentümer oder Viehhalter auch schon vor dem Eingreifen des Bürgermeisters abgesperrt zu halten.

Sobald der Bürgermeister von dem Vorhandensein oder dem Verdacht einer Seuche Kenntnis erhält, hat er sofort den zuständigen beamteten Tierarzt zur Untersuchung des Tieres zuzuziehen.

Wenn in der Gemeinde kein Tierarzt ansässig ist, oder wenn dort mehrere Tierärzte wohnen, so beruft der Bürgermeister den dem Orte, an dem sich das Tier befindet, zunächst wohnenden. Dabei hat der behandelnde Tierarzt wenn möglich den Vorzug.

Der durch den Bürgermeister berufene Tierarzt hat sofort schriftlich über seinen Befund zu berichten und die vorläufig gebotenen Sperrmaßnahmen zu beantragen.

Tiere, denen auf der Weide ein besonderer Platz zugewiesen wird, dürfen dorthin nur auf den vom Bürgermeister bezeichneten Wegen geführt werden.

Der Tierarzt sendet gleichzeitig einen Bericht an den Veterinärinspektor des betreffenden Bezirkes.

Der Minister ordnet die für einen besonders abgegrenzten Bezirk erforderlichen Maßnahmen an. Eine Herde, zu der Tiere gehören, die als krank oder krankheitsverdächtig bezeichnet sind, darf nur auf Grund eines vom Bürgermeister ausgestellten Zeugnisses und mit besonderer Erlaubnis des Veterinärinspektors auf die Weide gebracht werden.

3. Zwangstötung.

Die Tötung kann im öffentlichen Interesse behördlicherseits angeordnet werden bei folgenden Seuchen (und Tieren):

1. Rotz (Pferde, Esel, Maultiere und Maulesel),
2. Lungenseuche (Rinder),
3. Schafpocken (Schafe),
4. Tollwut (alle Säugetiere),
5. Rinderpest (alle Wiederkäuer)[1].

[1] Ferner bei Tuberkulose durch Königliche Verordnung vom 10. August 1897, vgl. S. 537.

Tiere, die an einer der bezeichneten Krankheiten leiden, müssen sofort in Gegenwart eines Polizeibeamten getötet werden, nachdem der Eigentümer oder Viehhalter durch schriftliche Mitteilung der vom Landwirtschaftsminister oder Bürgermeister unterzeichneten Verfügung Kenntnis erhalten hat.

Die vom Bürgermeister zu erlassende Verfügung der Tötung stützt sich auf das Urteil des Veterinärinspektors oder des stellvertretenden beamteten Tierarztes.

Unter Umständen können seuchenkranke Tiere in wissenschaftlichem Interesse oder zu Lehrzwecken in den Krankenställen der staatlichen Tierärztlichen Hochschule zu Brüssel untergebracht werden.

Wenn der Eigentümer eines Tieres, dessen Schlachtung angeordnet ist, das Vorliegen einer ansteckenden Krankheit bestreitet, so kann er einen zweiten Tierarzt zur Abgabe eines zweiten Gutachtens zuziehen lassen.

Bei Meinungsverschiedenheit bezeichnet der Gouverneur (Oberpräsident) einen dritten Tierarzt, nämlich den Veterinärinspektor des Bezirkes, dessen Urteil ausschlaggebend ist.

4. Malleinimpfung.

Der Landwirtschaftsminister kann die Malleinimpfung anordnen

a) bei Tieren, die rotzverdächtig erscheinen;

b) bei Tieren, die mit rotzkranken oder -verdächtigen im gleichen Stalle gestanden oder mit ihnen gemeinsam gearbeitet haben;

c) bei Tieren, die sich in einem Betriebe befinden oder sich dort vor weniger als 45 Tagen befanden, wo Rotz geherrscht hat.

Die Prüfung mit Mallein geschieht auf Staatskosten.

Der Landwirtschaftsminister kann auf Bericht des Bezirkstierinspektors die Tötung von Tieren anordnen, die auf Grund der Malleinprüfung als rotzkrank oder -verdächtig erscheinen.

Die Tötung ist möglichst im Einverständnisse mit dem Eigentümer anzuordnen.

Wenn bei einem lebenden oder geschlachteten Tiere Rotz oder Wurm festgestellt ist, so muß der Eigentümer oder sein Vertreter innerhalb fünf Tagen danach dem Tierarzt oder Veterinärinspektor die Herkunft des Tieres mitteilen.

5. Kranke, gestorbene oder getötete Tiere.

Jeder Eigentümer oder Tierhalter ist verpflichtet, innerhalb 24 Stunden dem Bürgermeister Anzeige zu erstatten, wenn Tiere, die an einer während ihres Lebens nicht erkannten Seuche zugrunde gehen oder, abgesehen von den auf Grund dieses Erlasses erfolgten Schlachtungen, bei der Öffnung des Kadavers oder bei der Schlachtung seuchenkrank oder verdächtig erscheinen. Dieselbe Verpflichtung liegt ob den behandelnden Tierärzten, Schlachthausdirektoren und Fleischern.

6. Anzeigen-Register.

In jeder Gemeinde werden zwei Register geführt, deren Muster vom Landwirtschaftsminister vorgeschrieben wird, und die zur Eintragung der auf Grund dieser Verordnung erstatteten Anzeigen in zeitlicher Reihenfolge dienen.

Digitized by Google

7. Entschädigung.

Eine Entschädigung erhält jeder Viehbesitzer von Staatswegen für Tiere, die auf Anordnung der zuständigen Behörde im Interesse der öffentlichen Gesundheitspflege wegen einer der in diesem Erlasse bezeichneten Seuchen getötet wurden.

Ein Königlicher Erlaß regelt die Höhe dieser Entschädigung sowie die Formalitäten und Bedingungen, unter denen ihre Auszahlung erfolgt.

Die Entschädigung wird nicht bezahlt im Falle von Zuwiderhandlungen gegen die Bestimmungen der vorliegenden Verordnung oder gegen die dazu erlassenen Ausführungsvorschriften.

8. Rinderpest.

Alle bei Befürchtung der Einschleppung oder beim Ausbruch der Rinderpest zu treffenden Maßnahmen werden durch besondere Verordnungen geregelt.

9. Transport eines unter Sperre gestellten Tieres.

Ein unter Sperre gestelltes Tier kann aus dem Sperrgebiet entfernt werden:

1. wenn es sich um die Vornahme der in diesem Erlasse vorgesehenen Schlachtung handelt;

2. wenn der Eigentümer oder Viehhalter seinen Wohnsitz wechselt.

In diesem Falle darf der Transport nur auf Grund besonderer Ermächtigung des Gouverneurs stattfinden, der den Gouverneur des Bestimmungsorts von dem Sachverhalt unterrichtet, falls das Tier nach einer anderen Provinz verbracht wird.

Die Ortsbehörde hat Vorsichtsmaßnahmen gegen eine mit diesem Transport etwa verbundene Gefahr der Seuchenverbreitung zu treffen.

10. Verkauf und Verwertung des Fleisches.

Das Fleisch der Tiere, die an Rinderpest, Rotz, Pocken, Milzbrand oder Tollwut gestorben oder wegen einer dieser Krankheiten geschlachtet sind, darf als menschliches Nahrungsmittel nicht verwendet werden; dieses Verbot erstreckt sich auch auf das Fleisch und die Milch tollwutverdächtiger Tiere.

11. Ausführung der Tötung.

Die im öffentlichen Interesse angeordnete Tötung von Tieren geschieht, soweit es die örtlichen Verhältnisse gestatten, an Ort und Stelle; sonst wird das Tier unter Beachtung aller gebotenen Vorsicht nach einem vom Bürgermeister bezeichneten Orte gebracht.

Wenn der Kadaver eines an Ort und Stelle getöteten Tieres nicht ebenda vergraben oder vernichtet werden kann, so erfolgt sein Transport unter denselben Vorsichtsmaßnahmen wie der eines lebenden seuchenkranken Tieres.

12. Kostentragung.

Die Kosten der Schlachtung, Vernichtung der Kadaver, des Transports, der Quarantäne, Absperrung, Desinfektion sowie alle andern bei Ausführung der Be-

Digitized by Google

stimmungen dieser Verordnung entstehenden Kosten sind durch die Eigentümer der Tiere zu tragen.

Falls diese sich weigern den Anordnungen der Obrigkeit nachzukommen, werden die entsprechenden Maßnahmen durch die Ortsbehörde und auf Kosten des Tiereigentümers ausgeführt.

Die Kosten dieser Maßnahmen sind gegebenenfalls von der Ortsbehörde wie direkte Steuern einzuziehen.

13. Obligatorische Untersuchung.

Jeder Tierhalter ist verpflichtet, seine Tiere, Ställe und andere der Benutzung durch die Tiere dienende Örtlichkeiten jederzeit von den durch die zuständige Behörde hierzu regelrecht beauftragten Beamten untersuchen zu lassen.

14. Besondere Maßnahmen.

Seuchen- und ansteckungsverdächtige Tiere. Dauer des Verdachts.

Ein seuchenverdächtiges Tier ist nicht eher als gesund anzusehen, als bis nach dem Verschwinden der letzten Krankheitserscheinungen verflossen sind:

a) 60 Tage bei Rotz und Lungenseuche;

b) 21 Tage bei Räude, Pocken und bösartiger Klauenentzündung;

c) 15 Tage bei Maul- und Klauenseuche;

d) 10 Tage bei Tollwut und Milzbrand.

Ein der Ansteckung verdächtiges Tier wird als gesund betrachtet, wenn seit dem letzten Zusammensein mit einem kranken Tiere, ohne daß sich bei ihm verdächtige Erscheinungen gezeigt haben, verflossen sind:

a) 45 Tage bei Rotz und Lungenseuche;

b) 21 Tage bei Räude und bösartiger Klauenentzündung;

c) 15 Tage bei Maul- und Klauenseuche;

d) 10 Tage bei Milzbrand und Pocken.

15. Absperrung von Weiden.

Die Ermächtigung zur Benutzung von Wiesen und Weiden, in denen seuchenverdächtige Tiere abgesperrt gehalten worden sind, darf für andere Tiere vom Bürgermeister erst nach Verlauf von 45 Tagen bei Rotz und Lungenseuche, von 21 Tagen bei Maul- und Klauenseuche, Milzbrand, Pocken, bösartiger Klauenentzündung und Räude erteilt werden.

Die Benutzung von Weiden, die durch Milzbrandsporen verseucht sind, kann verboten werden.

Die Dauer dieses Verbots wird durch den Gouverneur auf Vorschlag des Veterinärinspektors festgesetzt.

16. Wiederbesetzung von Ställen.

Die Wiederbesetzung von Örtlichkeiten, in denen sich seuchenkranke Tiere befunden haben, darf vom Bürgermeister erst 10 Tage nach dem Verschwinden des letzten Krankheitsfalls und nach Ausführung der Desinfektion erlaubt werden.

17. Verbot von Märkten. Sperrung verseuchter Gegenden usw.

Der Gouverneur kann den Handelsverkehr mit Wiederkäuern und Schweinen verbieten, wenn sich die Lungenseuche, die Pocken, die Maul- und Klauenseuche oder die Räude in einem Orte ausbreiten oder wenn die Ausbreitung dieser Seuchen infolge der Nähe verseuchter Ställe oder der Zahl der Seuchenherde zu befürchten ist.

Unter denselben Verhältnissen kann der Gouverneur die Märkte und das sonstige Zusammenbringen von Wiederkäuern und Schweinen untersagen. In größeren Ortschaften kann dieses Verbot auf einen Teil der Orte beschränkt werden; 15 Tage nach Erlöschen des letzten Krankheitsfalls kann es wieder aufgehoben werden. Wenn die Ausbreitung einer Seuche die Anwendung gleicher Maßnahmen in mehreren Gemeinden erfordert, so werden sie durch den Landwirtschaftsminister oder den Gouverneur der Provinz vorgeschrieben und ortsüblich bekannt gemacht.

Dabei kann angeordnet werden, daß die Weiden und sonstigen Ländereien, die Straßen und Wege, auf denen der Viehverkehr verboten ist, durch Tafeln und Aufschriften kenntlich gemacht werden.

18. Seuchenverdächtige Tiere. Verkauf. Verwendung zur Arbeit.

Tiere, die der Lungenseuche oder des Rotzes verdächtig sind, dürfen weder verkauft, noch zum Verkauf angeboten, noch auf öffentliche Viehmärkte gebracht, noch in Pferdeställen und Herbergen untergebracht werden, es sei denn, daß 45 Tage seit der Berührung mit kranken Tieren vergangen sind und die verdächtigen Tiere selbst während dieser Zeit keinerlei Erscheinungen der Krankheit gezeigt haben.

Mit Zustimmung des Veterinärinspektors oder dessen Stellvertreters dürfen die seuchenverdächtigen Tiere öffentliche Wege betreten, wenn dies aus wirtschaftlichen Gründen zur Arbeitsleistung notwendig ist. An Lungenseuche erkrankte Tiere dürfen unter besonderen Bedingungen zur Schlachtung verkauft werden.

19. Vereinbarungen mit der Militärbehörde.

Die Vereinbarungen zwischen der Militär- und Zivilbehörde über veterinärpolizeiliche Maßnahmen bei Tieren, die zum Dienste oder zur Verproviantierung der Truppen dienen, werden durch den Landwirtschafts- und Kriegsminister gemeinsam getroffen.

e) Besondere Vorschriften für einzelne Seuchen.

In der Königlichen Verordnung vom 20. September 1883 sind außer allgemeinen Bestimmungen noch Sonderbestimmungen über die Bekämpfung der Lungenseuche, des Milzbrandes und der Tollwut enthalten.

I. Lungenseuche.

Verbreitung.

Schon zu Beginn des neunzehnten Jahrhunderts verursachte die Lungenseuche unter den Rindviehbeständen Belgiens erhebliche Verluste. In den Jahren 1882 bis 1887 sind daselbst 5152 kranke und 451 verdächtige Tiere geschlachtet worden. Die

Digitized by Google

Seuche konnte allmählich getilgt werden. In den Jahren 1890 bis 1896 ist sie von 893 Fällen auf 2 zurückgegangen. Seit 1897 ist die Lungenseuche in Belgien erloschen.

Seuchenverdächtige Tiere. Verkauf. Transport.

An Lungenseuche erkrankte Tiere dürfen zur Schlachtung verkauft werden unter der Bedingung, daß sie an Ort und Stelle geschlachtet oder unmittelbar in ein Schlachthaus gebracht werden, wo sie abgesperrt werden und innerhalb 24 Stunden nach der Ankunft geschlachtet sein müssen.

Der Bürgermeister trifft die erforderlichen Maßnahmen, damit eine Gefahr der Seuchenverbreitung vermieden wird, gemäß den hierüber vom Landwirtschaftsminister durch Erlaß vom 25. September 1883 ergangenen Vorschriften.

Verwertung des Fleisches.

Das Fleisch der vier Viertel des Tierkörpers einschließlich der Nieren und der Zunge von Rindern, die wegen Verdachts der Lungenseuche oder nach Feststellung der Seuche geschlachtet worden sind, dürfen mit Zustimmung des zuständigen Veterinärinspektors in den Verkehr gebracht werden. Die Entfernung des Fleisches dieser Tiere aus dem Schlachthaus darf aber erst nach völligem Erkalten geschehen. Die Schlachtabfälle, außer Talg und Haut, sind zu vernichten[1]).

Wird die Lungenseuche bei einem Tiere festgestellt, das ohne behördliche Anordnung in einem unter der Aufsicht eines Tierarztes stehenden Schlachthaus geschlachtet wurde, so bestimmt dieser, ob das Fleisch des Tieres als menschliches Nahrungsmittel freigegeben werden soll oder nicht.

Quarantäne für Mastvieh.

An Orten und in Betrieben, wo die Lungenseuche ständig herrscht, darf kein Rind in die für Mastvieh bestimmten Anstalten und Ställe eingestellt und mit den darin befindlichen Tieren zusammengebracht werden, das nicht vorher in einem abgesonderten und von besonderem Personal bedienten Raume 15 Tage in Quarantäne gestanden hat.

Der Landwirtschaftsminister bezeichnet die Ortschaften, auf welche die entsprechenden Maßnahmen Anwendung finden.

Verseuchte Orte. Transporte. Zeugnisse.

An Orten, wo die Lungenseuche dauernd herrscht, kann der Landwirtschaftsminister anordnen, daß die von dort kommenden und für den Handel bestimmten Rinder auf Bahnhöfe und Verladeplätze nur mit tierärztlichen Zeugnissen zugelassen werden dürfen, in denen bescheinigt ist, daß die Tiere keine Erscheinungen der

---

[1]) Nach dem Ministerialerlasse vom 28. April 1891 über den Verkehr mit Fleisch, Anhang B, abgeändert durch die Erlasse vom 23. Juli 1894 und 30. September 1895 (beide in Übereinstimmung mit der Königlichen Verordnung vom 9. Februar 1891) ist die unschädliche Beseitigung der Organe wie Herz, Leber, Nieren in jedem Falle vorgeschrieben. Dagegen können Talg, Haut, Kopf (einschließlich Zunge) zur menschlichen Nahrung verwendet werden.

Digitized by Google

Lungenseuche haben und daß sie seit mindestens 45 Tagen nicht mit Tieren zusammengekommen sind, die mit dieser Seuche behaftet oder ihr verdächtig waren. Auch in einer benachbarten Gemeinde dürfen sie zum freien Verkehre nur auf Grund eines Zeugnisses, das dem Bürgermeister der Gemeinde vorzulegen ist, zugelassen werden.

Die Bestimmung, daß die Tiere mindestens 45 Tage hindurch mit kranken oder verdächtigen nicht zusammengekommen sein dürfen, wird nicht angewendet bei Tieren, die nach Angabe des Tierarztes vor mindestens 2 Monaten mit Erfolg der Schutzimpfung gegen Lungenseuche unterworfen worden sind.

Die angeführten Bestimmungen können auch auf Orte Anwendung finden, an denen Maul- und Klauenseuche, Räude, Pocken oder bösartige Klauenentzündung herrschen. Alsdann wird der Zeitraum von 45 Tagen auf 21 Tage für Räude und Klauenentzündung, auf 15 Tage für Maul- und Klauenseuche und auf 10 Tage für Pocken herabgesetzt.

Die genannten Bestimmungen finden keine Anwendung auf Magervieh, das von Märkten der bezeichneten Gegend kommt und von dort noch am selben Tage wieder weiter befördert wird.

Lungenseuche-Impfung.

Die Lungenseucheimpfung nach Willems wurde im Jahre 1885 als Vorbeugungsmittel gegen die Lungenseuche vorläufig versuchsweise zur Sammlung von Erfahrungen eingeführt. Sie darf nach den hierüber ergangenen Vorschriften nur durch den vom Landwirtschaftsminister dazu besonders bestimmten Tierarzt nach den von ersterem erteilten Weisungen vorgenommen werden. Für ein Tier, das infolge einer Impfung eingeht, wird eine Enschädigung von $^3/_4$ seines Wertes, höchstens aber von 450 Fr., aus Staatsmitteln gewährt. Maßgebend für den Umfang der Ausführung der Lungenseucheimpfung, deren örtlichen Anwendungsbereich der Landwirtschaftsminister von Fall zu Fall bestimmt, ist die Notwendigkeit, einerseits die Entschädigungsaufwendungen in den Grenzen der verfügbaren Mittel zu halten, andererseits die Wirkung der Impfung unter Bedingungen zu beobachten, die eine Gefährdung des Gesundheitszustandes des außerhalb des Versuchsbereichs bleibenden Viehes ausschließen. Die Voraussetzungen für die Ausführung der Lungenseucheimpfung werden im allgemeinen als gegeben angesehen, wenn infolge der Ausdehnung der Seuche in einem Orte oder wegen der Befürchtung der Seuchenausbreitung in einer Gemeinde mit großem Viehbestande die Zulassung des Viehes auf öffentliche Wege oder die Abhaltung von Viehmärkten oder sonstigen Viehzusammentreibungen verboten wird. (Königliche Verordnung vom 23. August 1885[1]) und ministerieller Immediatbericht dazu vom gleichen Tage.)

2. Milzbrand und Rauschbrand.

Verbreitung.

Der Milzbrand ist in sämtlichen Provinzen verbreitet. In den Jahren 1900 bis 1905 hat er etwas an Verbreitung zugenommen, indem er von 413 Erkrankungsfällen auf 755 gestiegen ist. Von da an ist wieder eine Abnahme eingetreten, so daß im Jahre 1909 davon betroffen waren 564 Tiere, darunter 8 Pferde, 550 Rinder, 2 Schweine

[1]) Recueil des lois et règlements relatifs à la Police sanitaire etc. Bruxelles 1906, p. 167.

Digitized by Google

und 4 Schafe. Im Jahre 1910 waren an der Seuche erkrankt 654 Tiere, und zwar 12 Pferde, 635 Rinder, 4 Schweine und 3 Schafe.

Auch der Rauschbrand kommt regelmäßig in allen Provinzen vor. Im Jahre 1905 waren davon 301 Rinder und 1 Pferd betroffen. In den folgenden Jahren werden als an Rauschbrand erkrankt angegeben 276, 299 und 274 Rinder. Im Jahre 1909 sind 244 Tiere als an Rauschbrand erkrankt gemeldet worden, und zwar 241 Rinder, 2 Schweine, 1 Schaf. Im Jahre 1910 waren nach der amtlichen Mitteilung 1 Pferd und 231 Rinder an der Seuche erkrankt.

Allgemeines Verbot der unbeaufsichtigten Entfernung von Kadavern.

Wenn in einem oder mehreren Gehöften eines Ortes Milzbrand vorkommt, so kann die Behörde die unbeaufsichtigte Entfernung von Pferde-, Rinder-, Schaf- und Schweinekadavern aus der Gemeinde verbieten.

Dieses Verbot kann sich über einen Teil oder über das ganze Gebiet einer Ortschaft erstrecken.

Es gilt als aufgehoben 15 Tage nach dem Erlöschen des letzten Krankheitsfalls.

Schutzimpfung gegen Milzbrand oder Rauschbrand.

Die Impfung als Vorbeugungsmittel gegen Milzbrand oder Rauschbrand geschieht auf Antrag und Gefahr der Besitzer. Der Tierarzt kann die für Milzbrand oder Rauschbrand erforderlichen Impfstoffe kostenfrei von der Regierung erhalten, aber ohne Übernahme einer Verantwortlichkeit seitens der letzteren für die Güte der Impfstoffe und das Ergebnis der Impfungen. (Ministerieller Runderlaß vom 3. Juni 1884 und 5. Juni 1892[1]).)

3. Tollwut.

Verbreitung.

Die Tollwut hat in Belgien in fünf Jahren von 1904 bis 1908 erheblich an Verbreitung zugenommen. Am stärksten verbreitet war sie 1907, wo 237 Tiere, darunter 225 Hunde, 5 Katzen, 3 Einhufer, 3 Rinder, 1 Schwein daran erkrankt waren. Im Jahre 1904 waren 23 Hunde und 2 Katzen von der Seuche betroffen. Innerhalb der genannten 5 Jahre sind insgesamt 537 Tiere, und zwar 493 Hunde, 16 Katzen, 16 Rinder, 11 Einhufer und 1 Schwein an Tollwut erkrankt. Außerdem sind in dieser Zeit wegen Tollwutverdachts getötet worden 410 Hunde, 42 Katzen, 2 Rinder und 1 Ziege. Im Jahre 1909 sind 40 Tiere und zwar 37 Hunde, 1 Katze und 2 Rinder erkrankt und außerdem als wutverdächtig getötet worden 57 Hunde, 2 Katzen und 1 Rind. Für das Jahr 1910 sind 116 Tiere als an Tollwut erkrankt gemeldet worden, und zwar 104 Hunde, 3 Katzen, 8 Rinder und 1 Schaf; außerdem wurden als wutverdächtig getötet 235 Hunde, 5 Katzen, 1 Rind, 2 Ziegen und 2 Schweine; ferner ist 1 Hund unter wutverdächtigen Erscheinungen verendet.

Bekämpfung.

Gegen die Verbreitung der Tollwut sind durch Königliche Verordnung vom 29. Oktober 1908[2]) entsprechende Maßregeln getroffen.

---

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1892, S. 875 — [2]) Desgl. 1909, S. 139.

Digitized by Google

Danach müssen alle Hunde, die sich auf öffentlichen Wegen oder Plätzen befinden oder die auf dem Lande umherlaufen, jederzeit eine um den Hals befestigte Marke tragen. Auf ihr muß der Wohnort des Eigentümers und eine Nummer zu erkennen sein, so daß Name und Wohnort des Eigentümers mit Hilfe eines von den Gemeinden zu führenden Registers zu ermitteln sind.

Die Marke wird von der Gemeindeverwaltung geliefert; sie muß einem der vom Minister genehmigten Muster entsprechen.

Die Hunde von Zigeunern und umherziehenden Händlern müssen jederzeit mit Maulkörben versehen sein, angekettet oder an der Leine gehalten werden.

Die Verpflichtung, wonach die Hunde die vorgeschriebene Marke tragen müssen, findet keine Anwendung auf Jagdhunde während sie zur Jagd im Buschwerk verwendet werden, sofern sie ein besonderes Merkmal haben, das über den Namen ihres Besitzers keinen Zweifel zuläßt.

Der Besitzer eines Tieres, das an Tollwut erkrankt ist oder das Erscheinungen zeigt, die den Verdacht auf Tollwut erwecken, ist verpflichtet, es einzusperren und dem Bürgermeister des Ortes sofort Anzeige zu erstatten.

Sobald ein Fall von Tollwut oder Tollwutverdacht gemeldet ist, hat die Ortspolizeibehörde unverzüglich einen beamteten Tierarzt zu benachrichtigen und festzustellen, ob noch andere Tiere vorhanden sind, deren Ansteckung wahrscheinlich ist.

Stellt der beamtete Tierarzt einen Fall von Tollwut oder Tollwutverdacht fest, so hat er hiervon unverzüglich den Bürgermeister und den Veterinärinspektor zu benachrichtigen.

Jedes Tier, das Erscheinungen von Tollwut zeigt, muß von der Ortspolizeibehörde oder unter deren Aufsicht eingesperrt gehalten werden, bis der vom Bürgermeister zugezogene beamtete Tierarzt die Freilassung anordnet.

Es kann auf der Stelle getötet werden, wenn seine Ergreifung unmöglich oder gefährlich ist.

Jedes Tier, das als tollwutkrank erkannt ist, soll sofort getötet werden; ebenso ist mit denjenigen Tieren zu verfahren, die mit einem tollwutkranken Tiere in Berührung kamen.

Sobald ein Tollwutfall oder ein Verdachtsfall in einer Gemeinde festgestellt ist, hat der Bürgermeister die Einwohner sofort durch Plakate hiervon in Kenntnis zu setzen.

Gleichzeitig hat er den Bürgermeistern der in einem Umkreis von 10 km gelegenen Gemeinden, zu rechnen vom Mittelpunkte der Gemeinden, und ebenso dem Gouverneur der Provinz auf dem schnellsten Wege Mitteilung zu machen.

Die Bürgermeister der benachbarten Gemeinden machen auf diese Nachricht hin schleunig durch Plakate bekannt, daß die Tollwut in der betreffenden Gemeinde festgestellt worden ist.

Wenn der Umkreis von 10 km Ortschaften benachbarter Provinzen einschließt, so gibt der Gouverneur seinen Kollegen hiervon Kenntnis.

Von dem Augenblicke der öffentlichen Bekanntmachung an müssen alle Hunde in den benachrichtigten Gemeinden, die auf öffentlichen Wegen oder Plätzen oder

im Feld umherlaufen, mit Maulkörben versehen sein, die durch einen starken Riemen am Halsbande befestigt sind, und die einem der vom Minister genehmigten Muster entsprechen.

Diese Maßregel bleibt 3 Monate hindurch nach Feststellung und Veröffentlichung des letzten Falles von Tollwut oder Tollwutverdacht in Kraft.

Der Maulkorbzwang findet keine Anwendung auf Jagd- und Hirtenhunde für die Zeit, in der sie zu diesem Zwecke verwendet werden. Dasselbe gilt für die Hunde der Zoll-, Polizei-, Forst-, Feld- und Jagdschutzbeamten (Zusatz durch Königliche Verordnung vom 30. April 1911)[1]).

Der Gouverneur der Provinz ist ermächtigt, bei Nachlässigkeit der Bürgermeister bezüglich der Veröffentlichungen einzugreifen und bekannt zu machen, daß ein Fall von Tollwut oder Tollwutverdacht festgestellt ist und daß Maulkorbzwang besteht.

Sind mehrere Fälle in demselben Gebiete festgestellt, so kann der Gouverneur das Sperrgebiet auf 20 km im Umkreis ausdehnen.

Der Gouverneur benachrichtigt von seiner Entschließung unverzüglich die Bürgermeister der im Umkreis von 20 km gelegenen Gemeinden. Schließt diese Zone Ortschaften benachbarter Provinzen ein, so setzt der Gouverneur hiervon seine Kollegen in Kenntnis. Diese haben zu entscheiden, ob es notwendig ist, den Maulkorbzwang für die Hunde in diesen Ortschaften anzuordnen.

Die öffentliche Bekanntmachung der Anordnungen der Gouverneure geschieht durch die Bürgermeister, im Unterlassungsfalle durch die Gouverneure und auf Kosten der Gemeinde.

Sobald die Lage besonders gefährlich erscheint, kann der Minister den Maulkorbzwang in einem von ihm bezeichneten Gebiet anordnen.

Der Maulkorbzwang bleibt in dem umschriebenen Gebiete bis zur Wiederaufhebung der betreffenden Anordnung bestehen.

Die Veröffentlichung der ministeriellen Anordnungen geschieht in allen Gemeinden des Sperrgebiets durch die Bürgermeister, im Unterlassungsfalle durch den Gouverneur und auf Kosten der Gemeinde.

Hunde, die auf öffentlichen Wegen, Plätzen oder auf dem Felde ohne die vorgeschriebene Marke oder ohne vorschriftsmäßigen Maulkorb betroffen werden, sind einzufangen.

Ist das Einfangen der Hunde unmöglich oder gefährlich, so sollen sie auf der Stelle getötet werden.

Eingefangene Hunde sind 3 Tage hindurch einzusperren und, wenn sie inzwischen nicht zurückverlangt werden, zu töten.

Der Eigentümer kann seinen Hund erst nach Entrichtung der Fanggebühr und des Stallgeldes wiedererlangen.

In allen Fällen wird auf Kosten des Eigentümers ein Protokoll aufgenommen.

Der Kleinverkauf und das Feilhalten zum Verkauf von Maulkörben, die nicht vollkommen einem der vom Minister genehmigten Muster entsprechen, ist verboten.

---

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1911, S. 743.

Die Ortspolizei, die Gendarmerie, die Zoll- und Forstbeamten, die Staats-, Provinzial- und Gemeinde-Straßenwarte und die Jagdhüter sind beauftragt, die Ausführung dieser Verordnung zu überwachen.

Zuwiderhandlungen gegen die Bestimmungen dieser Verordnung werden nach Maßgabe des Gesetzes vom 30. Dezember 1882 bestraft.

Über die Bekämpfung der Tollwut in den Grenzbezirken haben die Kaiserlich Deutsche und die Königlich Belgische Regierung am 30. September und 23. Oktober 1910[1]) ein Abkommen getroffen, wonach bei Feststellung eines Falles oder Verdachtsfalls von Tollwut in Gemeinden, die an der Grenze oder weniger als 10 km davon entfernt gelegen sind, die Bürgermeister dieser Gemeinden die Bürgermeister jeder Gemeinde des Nachbarlandes zu benachrichtigen haben, die weniger als 10 km von der Grenze ihrer Gemeinde entfernt ist.

f) Statistische Angaben über das Vorkommen von Rotz, Maul- und Klauenseuche, Schafpocken, Schafräude und bösartiger Klauenentzündung der Schafe.

Bezüglich des Vorkommens der übrigen in der Königlichen Verordnung vom 15. September 1883 (vgl. S. 525) genannten ansteckenden Krankheiten der Haustiere ist der belgischen Viehseuchenstatistik für die fünf Jahre 1905 bis 1910 nachstehendes zu entnehmen.

Der Rotz der Pferde tritt andauernd, wenn auch nicht in besonders erheblichem Umfang, auf. Die Zahl der als an Rotz erkrankt gemeldeten Tiere belief sich 1905 auf 49, in den folgenden Jahren auf 44, 46, 18, 1909 auf 27 und 1910 auf 12. Dabei sind nicht einbegriffen die alljährlich in Schlachthäusern und in den Einfuhrhäfen bei eingeführten Pferden ermittelten Rotzfälle. Besonders hoch war die Zahl dieser Fälle im Jahre 1906, wo in Schlachthäusern 93 und in den Häfen von Gent 9 und von Antwerpen 4 Rotzfälle festgestellt worden sind. Im Jahre 1909 wurden in Schlachthäusern 40 Pferde rotzig befunden, darunter 27, die aus Großbritannien eingeführt worden waren. Im Jahre 1910 wurden rotzkrank befunden in Schlachthäusern 26 Pferde, darunter 15 englischer Herkunft; außerdem verendete 1 rotzkrankes Pferd im Hafen von Gent.

Auch die Maul- und Klauenseuche hat in den letzten Jahren in mehr oder weniger erheblicher Verbreitung in Belgien geherrscht. Im Jahre 1905 waren davon betroffen 33 Rinder; in den folgenden Jahren 7 122 und 18 605 Klauentiere; 1908 sind 147 Rinder und Schweine als erkrankt gemeldet, und im Jahre 1909 belief sich die Gesamtzahl der als an Maul- und Klauenseuche erkrankt angegebenen Rinder, Schafe, Schweine und Ziegen auf 438. Für das Jahr 1910 sind als erkrankt gemeldet worden 26 Rinder und 4 Schweine.

Über das Auftreten der Schafpocken ist seit über 25 Jahren in Belgien nichts bekannt geworden.

Die Schafräude kommt zwar vor, wird aber in verhältnismäßig engen Grenzen gehalten. Im Jahre 1905 wurden als mit Räude behaftet nur 5 Tiere gemeldet. In

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1911, S. 4.

den folgenden Jahren waren es 243, 247 und 50 Tiere, im Jahre 1909 wieder 352 und im Jahre 1910 nur 8 Tiere.

Über das Vorkommen der bösartigen Klauenentzündung der Schafe ist in den Jahren 1905 bis 1907 nichts mitgeteilt; 1908 ist 1 Schaf als erkrankt angegeben; 1909 waren nach den amtlichen Ausweisen 347 und 1910 wieder nur 51 Schafe von der Krankheit betroffen.

g) Bekämpfung der Tuberkulose unter den Rindern.

Die Bekämpfung der Rindertuberkulose geschieht auf Grund der Königlichen Verordnung vom 10. August 1897 [1]).

Danach müssen Rinder, die an Tuberkulose erkrankt oder der Krankheit verdächtig sind, abgesondert gehalten werden, und ihre Veräußerung darf nur unter den in der Verordnung festgesetzten Bedingungen erfolgen.

Als mit Tuberkulose behaftet werden angesehen: 1. Rinder, die lebend sichere klinische Erscheinungen oder nach der Tötung die anatomischen Veränderungen der Seuche aufweisen; 2. Rinder, die bei der Tuberkulinprobe typisch reagiert haben.

Als der Tuberkulose verdächtig werden angesehen Rinder, die klinische Erscheinungen zeigen, die das Vorhandensein der Krankheit vermuten lassen.

Wegen der Maßregeln bezüglich der aus dem Ausland zur Einfuhr gelangenden Tiere vergl. S. 520.

Von den zur Bekämpfung der Tuberkulose im Inland getroffenen Maßnahmen sind folgende hervorzuheben.

Von der Tuberkulinimpfung darf nur in den vom Minister zugelassenen Fällen Gebrauch gemacht werden.

Die Einfuhr und der Vertrieb von Tuberkulin aus dem Ausland ebenso wie die Versendung und der Vertrieb des Impfstoffs im Innern des Landes dürfen nur mit besonderer ministerieller Erlaubnis stattfinden.

Die Bekämpfung der Tuberkulose setzt an drei verschiedenen Stellen ein, einmal bei dem Nachweis der Tuberkulose bei Schlachtvieh durch die Fleischbeschau, dann bei der Tuberkulosefeststellung an lebenden Tieren auf Grund klinischer Erscheinungen einschließlich der Tuberkulinprobe bei klinisch verdächtigen Tieren und drittens bei der auf Antrag der Tierbesitzer erfolgenden Tuberkulinimpfung ganzer Bestände zur allmählichen Ausmerzung der reagierenden Tiere.

1. Von jedem Tuberkulosebefund bei Schlachttieren haben die Tierärzte den Veterinärinspektor zu benachrichtigen. Der Besitzer eines tuberkulös befundenen Schlachttieres ist verpflichtet, genaue Angaben über Herkunft und Benutzungsart des Tieres zu machen. Daraufhin kann der Veterinärinspektor alle Nutzungsrinder im Stalle des betreffenden Besitzers tierärztlich auf klinische Tuberkuloseerscheinungen untersuchen lassen.

2. Klinisch tuberkulös oder verdächtig befundene Tiere sind von den Tierärzten dem Veterinärinspektor anzuzeigen und sofort tunlichst abzusondern. Jedes von einem

---

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1898, S. 53.

Tierarzt als klinisch tuberkulös gemeldete Tier ist innerhalb 8 Tagen vom Veterinärinspektor zu untersuchen und nach Bestätigung der Diagnose binnen weiteren 8 Tagen abzuschlachten. Die klinisch als der Tuberkulose verdächtig bezeichneten Tiere können der Tuberkulinprobe unterworfen werden und sind, sofern sie auf Tuberkulin reagieren, ebenfalls innerhalb 8 Tagen zu schlachten.

3. Auf Antrag eines jeden Tierbesitzers kann dessen Rinderbestand mit Ausnahme der zur Mast aufgestellten Tiere einer Prüfung mit Tuberkulin unterworfen werden. Der Besitzer muß aber bestimmten Anforderungen hinsichtlich der Absonderung der Tiere und der Stalldesinfektion entsprechen und sich verpflichten, die reagierenden Tiere ausschließlich zur Schlachtung zu veräußern. Eine etwaige Weiterbenutzung von Tieren, die reagiert haben, ist an die Bedingung geknüpft, daß sich der Besitzer besonderen Vorschriften bezüglich der Fütterung und Absonderung der Tiere sowie der Stalldesinfektion und Neueinstellung gesunder Tiere unterwirft. Solange die auf Tuberkulin reagierenden Tiere keine klinischen Erscheinungen der Tuberkulose zeigen, ist ihre Abschlachtung behördlicherseits an eine bestimmte Frist nicht gebunden.

h) Viehseuchen-Entschädigung aus der Staatskasse.

1. Bei Rotz, Lungenseuche, Schafpocken, Tollwut und Rinderpest.

Nach dem „Règlement coordonné“, enthaltend die Königlichen Verordnungen vom 26. September 1883 bis 22. November 1900, wird Entschädigung aus der Staatskasse für die auf Anordnung der zuständigen Behörde im Interesse der öffentlichen Gesundheitspflege getöteten Tiere bezahlt. (Wegen der Seuchen, bei denen die Zwangstötung vorgesehen ist, vergl. die Bestimmungen des Königlichen Erlasses vom 20. September 1883 unter „Zwangstötung“ S. 526).

Um Anspruch auf die Entschädigung zu haben, muß der Eigentümer des getöteten Tieres nachweisen:

a) daß die Tötung auf Anordnung einer Behörde und auf Grund eines tierärztlichen Zeugnisses über die Feststellung der betreffenden Seuche vorgenommen worden ist;

b) daß der Kadaver des Tieres, sofern dessen Verwertung nach der Königlichen Verordnung vom 31. Dezember 1900 verboten ist, vollständig der Abdeckerei übergeben worden ist;

c) daß die Tötung in Gegenwart eines Polizeibeamten stattgefunden hat, und daß der Ort, wo sich das kranke Tier befunden hat, sofort nach Weisung des Tierarztes gereinigt und desinfiziert worden ist;

d) daß der Wert des Tieres auf Kosten des Eigentümers durch zwei von der Ortsbehörde ernannte und vereidigte Sachverständige festgestellt worden ist;

e) daß der Besitzer nach dem Auftreten der Seuche sofort Anzeige erstattet und daß er sofort beim Auftreten der Seuche einen Tierarzt zugezogen hat;

f) daß die getöteten Pferde während mindestens 45 Tage, Rinder, Schafe, Ziegen und Schweine während mindestens eines Monats innerhalb des Landes gesund in seinem Besitze gewesen sind.

Die unter e und f genannten Bedingungen fallen bei Fällen von Tollwut und von Lungenseucheverdacht fort.

Die Besitzer müssen die Papiere und Zeugnisse beschaffen, aus denen erhellt, daß die vorstehenden Bedingungen erfüllt sind.

Außerdem müssen Besitzer, die eine Entschädigung für ein Pferd fordern, das als ausschließlich für die Landwirtschaft dienend bezeichnet ist, eine Bescheinigung des Steuererhebers darüber beibringen, in welchen Berufsarten sie als steuerpflichtig eingeschrieben sind. Wenn der Fordernde ausschließlich Landwirt ist, fällt diese Bestimmung fort.

Der Eigentümer eines Tieres, das in den Krankenställen der staatlichen Tierärztlichen Hochschule gehalten wird, ersetzt bei Geltendmachung eines Entschädigungsanspruchs die genannten Nachweisungen durch eine Bescheinigung des Direktors der Hochschule auf Bericht des Professors oder Repetitors der Klinik. Diese Bescheinigung gibt die Art der Seuche an, deren Vorhandensein festgestellt wurde, sowie den Wert des Tieres und bestätigt, daß es im Interesse der Wissenschaft und Studien lag, die Tötung nicht zu vollziehen.

Die Höhe der Entschädigung beträgt:

Ein Drittel des Wertes bei Rindern, Schafen, Ziegen, Schweinen, Pferden und anderen Einhufern, die ausschließlich in der Landwirtschaft Verwendung finden; ein Fünftel des Wertes dagegen bei Pferden und anderen Einhufern, die in einem anderen Betriebe verwendet werden. Jedoch darf die Entschädigung in keinem Falle folgende Beträge übersteigen:

300 Fr. für ein ausschließlich in der Landwirtschaft benutztes Pferd;
200 Fr. für ein Rind;
180 Fr. für ein nicht landwirtschaftlich benutztes Pferd, für ein Maultier oder einen Maulesel;
50 Fr. für einen Esel;
10 Fr. für ein Schaf, eine Ziege oder ein Schwein.

Der Höchstbetrag der Entschädigung für ein Rind, das zu einem industriellen Unternehmen, wie Brennerei, Zuckerfabrik und dergl. gehört, ist auf 100 Fr. festgesetzt.

Das Mittel der Schätzung durch die Sachverständigen und den Tierarzt oder den Veterinärinspektor bildet die Grundlage für die Wertbestimmung des getöteten Tieres. Der Landwirtschaftsminister kann jedoch die Höhe der Entschädigung nach erneuter Feststellung im richtigen Verhältnis zum Werte der Tiere herabsetzen, wenn die Schätzung übertrieben erscheint.

Keine Entschädigung wird bezahlt für Rinder, die wegen Lungenseuche getötet werden und deren Fleisch für den Konsum freigegeben wird, sofern diese Tiere in industriellen Betrieben gemästet wurden.

Die Entschädigung bei der Tötung von seuchenverdächtigen Tieren ist auf den halben Wert der Tiere festgesetzt. Sie darf jedoch bei Rindern die Summe von 300 Fr. nicht überschreiten.

Für Pferde, bei denen nach der Tötung wegen Rotz diese Seuche nicht festgestellt werden kann, wird ebenfalls nur der halbe Wert entschädigt. Im übrigen ist die Entschädigung bei Rotz in der Weise festgesetzt, daß bezahlt wird:

Digitized by Google

die Hälfte des Wertes für ein Pferd (Esel, Maultier oder Maulesel), das als seuchenkrank oder seuchenverdächtig auf Grund der Malleinimpfung getötet wurde;

ein Drittel des Wertes für ein ausschließlich in der Landwirtschaft benutztes Pferd (Esel, Maultier oder Maulesel), das auf Grund klinischer Diagnose getötet wurde;

ein Fünftel des Wertes für jedes nicht landwirtschaftlich benutzte Pferd (Esel, Maultier oder Maulesel), das auf Grund klinischer Diagnose getötet wurde.

2. Bei Milzbrand und Rauschbrand.

Nach der Königlichen Verordnung vom 12. September 1894 wird eine Entschädigung aus der Staatskasse bezahlt für Rinder, die an Milzbrand oder Rauschbrand verendet oder wegen dieser Seuchen geschlachtet worden sind.

Diese Entschädigung wird ausgezahlt nach Untersuchung des Falles durch den Veterinärinspektor und nach Vorlage der erforderlichen Ausweise. Um Anspruch auf die Entschädigung zu haben, muß der Eigentümer des Tieres vorlegen:

1. Die Bescheinigung eines Tierarztes oder Fleischbeschauers mit Angabe des Alters und Wertes des Tieres und mit der Bescheinigung, daß das ganze Tier für unbrauchbar erklärt worden ist;

2. Eine Bescheinigung der Ortsbehörde, daß der ganze Kadaver den Vorschriften gemäß unschädlich beseitigt worden ist.

Beim Rauschbrand wird der Kadaver entweder in einer Grube verbrannt oder ungenießbar gemacht und möglichst innerhalb 12 Stunden nach der tierärztlichen Untersuchung zur Vernichtung nach einer amtlich anerkannten Abdeckerei gebracht. Der Tierarzt übersendet in derselben Zeit dem Veterinärinspektor die krankhaft veränderten Teile, die seine Diagnose bestätigen.

Beim Milzbrand wird der Kadaver zwei Tage lang nach der Untersuchung des Tierarztes zur Verfügung des Veterinärinspektors oder dessen Stellvertreters gehalten.

Beim Rauschbrand und beim Milzbrand benachrichtigt der Tierarzt den Inspektor sofort durch Telegramm. Diese Benachrichtigung wird am selben Tage durch Übersendung einer Dienstkarte bestätigt.

Bei völliger Vernichtung des Kadavers durch Feuer in der Grube beträgt die Entschädigung ein Drittel des Wertes der Tiere, darf jedoch die Summe von 125 Fr. nicht überschreiten für ein Tier, das wenigstens $1^1/_2$ Jahre alt ist, oder die Hälfte dieser Summe für ein Tier, das jünger als $1^1/_2$ Jahre ist.

Der Wert der Tiere wird durch den Tierarzt festgesetzt. Er ist nötigenfalls zu berichtigen durch den Veterinärinspektor oder dessen Stellvertreter.

Die Entschädigung ist um 20 und 10 Fr. höher, je nach dem Alter des Tieres, wenn der Kadaver nicht in einer Grube verbrannt, sondern an eine staatlich anerkannte Abdeckerei zur Vernichtung abgeliefert wird.

Werden Milzbrand oder Rauschbrand nicht festgestellt, so fällt die Entschädigung fort. Für die mit dem Kadaver vernichtete Haut wird jedoch eine ihrem Werte entsprechende Entschädigung gewährt.

Die Entschädigung kann auf Antrag des Veterinärinspektors solchen Besitzern verweigert werden, deren Rinder sich auf Höfen und in Wirtschaftsbetrieben befinden,

Digitized by Google

in denen der Milzbrand wiederholt auftritt, ohne daß die Besitzer durch den Tierarzt die Schutzimpfung haben vornehmen lassen.

Die Schutzimpfung muß in Gegenwart des Veterinärinspektors oder seines Stellvertreters nach deren Angaben und binnen eines von ihnen zu bestimmenden Zeitraums stattfinden.

Der Veterinärinspektor führt über diese Schutzimpfungen ein besonderes Verzeichnis.

Die Ansprüche auf Entschädigung müssen spätestens 15 Tage nach Verlust eines Tieres bei dem Veterinärinspektor des Bezirkes eingereicht werden, in dem das Tier verendet oder geschlachtet worden ist.

3. Bei Tuberkulose der Rinder.

Nach dem Königlichen Erlasse über die Bekämpfung der Rindertuberkulose vom 10. August 1897[1]) (vergl. S. 537) ist die Entschädigungsfrage bei der Tuberkulose der Rinder verschieden geregelt, je nachdem es sich um Schlachttiere, klinisch tuberkulöse oder tuberkuloseverdächtige Einzeltiere oder um ganze Bestände handelt, in denen die Tuberkulose unter Anwendung von Tuberkulin getilgt werden soll.

Für tuberkulöse Schlachttiere, deren Fleisch als völlig ungeeignet zum Genusse für Menschen befunden worden ist, werden 50 % des Fleischwerts (Wertes der 4 Viertel) vergütet. Ist das Fleisch ganz oder teilweise zum Genusse tauglich, so wird eine Entschädigung nicht geleistet.

Bei der Entschädigung für Tiere, die als klinisch tuberkulös oder verdächtig der Tuberkulinprobe mit positivem Ergebnis unterworfen und danach auf obrigkeitliche Anordnung geschlachtet werden, wird unterschieden, ob es sich um Zuchtvieh oder um andere Rindviehstücke handelt.

Für Zuchtkühe und tragende Färsen werden 70 % des zur Zeit der Schlachtung bestehenden Wertes (im Höchstbetrage von 420 Fr.) vergütet, wenn das Fleisch wegen Tuberkulose zum Genusse für Menschen als völlig ungeeignet erklärt wird. Ist dies nicht der Fall, so beträgt die Entschädigung nur 25 % desselben Wertes bis zum Höchstbetrage von 150 Fr.

Für andere Rinder werden unter den gleichen Voraussetzungen 50 % und 25 % des Wertes der 4 Viertel der geschlachteten Tiere vergütet.

Bei der Sanierung ganzer Bestände auf Grund des Ergebnisses der Tuberkulinprüfung beträgt die Entschädigung für Zuchtkühe und tragende Färsen, die auf die Tuberkulineinspritzung reagiert haben und auf Antrag des Besitzers geschlachtet werden, 70 % des Wertes der 4 Viertel, falls das Fleisch der Tiere infolge der Tuberkulose zum Genusse für Menschen völlig untauglich ist. Ist dagegen das Fleisch zum Genusse geeignet, so werden nur 15 % dieses Wertes vergütet. Für andere Tiere beträgt die Entschädigung 50 % des Fleischwerts, wenn das Fleisch zum Genusse als völlig ungeeignet befunden wird. Dagegen entfällt jede Entschädigung, wenn das Fleisch zum Genusse freigegeben wird.

---

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1898, S. 53.

4. Bei Tuberkulose der Schweine.

Durch Königliche Verordnung vom 22. August 1897[1]) wird für Schweine, die sich nach der Schlachtung derart als mit Tuberkulose behaftet erweisen, daß ihr Fleisch vollständig beseitigt werden muß, Entschädigung aus der Staatskasse geleistet.

Die Entschädigung beträgt die Hälfte des Schlachtwerts der Tiere.

Der Tierbesitzer hat zur Begründung seines Anspruches vorzulegen:

1. Eine Bescheinigung des zuständigen Tierarztes über die Richtigkeit des angegebenen Schlachtwerts sowie darüber, daß das Fleisch als völlig zum Verbrauche ungeeignet befunden worden ist;

2. eine Bescheinigung der Ortsbehörde darüber, daß das Fleisch unschädlich beseitigt worden ist;

3. einen Nachweis darüber, daß das Tier im Inland geboren und aufgezogen ist, und daß er es seit mindestens 30 Tagen besitzt.

Jeder als Sachverständiger zugezogene Tierarzt, der das Vorhandensein von Tuberkulose bei einem Schweine feststellt, hat unverzüglich den beamteten Tierarzt hiervon in Kenntnis zu setzen.

i) Zusammenfassung.

Die veterinärpolizeilichen Maßnahmen haben insofern zu günstigen Ergebnissen geführt, als es damit gelungen ist, die Lungenseuche vollständig zu tilgen und auch die Maul- und Klauenseuche, den Milzbrand und die Schafräude erheblich einzudämmen.

An Entschädigungen für Verluste infolge von Viehseuchen wurden aus der Staatskasse erhebliche Summen bezahlt.

Über die Art und den Umfang der Entschädigungen geben die nachstehenden Übersichten[2]) (S. 543 bis 545) Auskunft.

C. Zustandekommen der Viehseuchenstatistik.

Nachrichten über den Stand und die Bewegung von Viehseuchen in Belgien werden vom Ministerium für Landwirtschaft und öffentliche Arbeiten halbmonatlich in dem „Bulletin du service de la police sanitaire des animaux domestiques" veröffentlicht.

Die Grundlagen dieser Viehseuchenstatistik bilden die Übersichten, die die Veterinärinspektoren viermal im Monat über die in ihren Bezirken festgestellten Seuchen einsenden. Zur Aufstellung dieser Übersichten benutzen die Veterinärinspektoren die ihnen von den übrigen Tierärzten auf Dienstkarten zugehenden Nachrichten sowie ihre eigenen Feststellungen. Aus diesen Wochennachweisungen der Veterinärinspektoren werden im Landwirtschaftsministerium die halbmonatlichen Ausweise zusammengestellt.

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1898, S. 118. — [2]) Ministère de l'Intérieur et de l'Agriculture. Notice sur l'économie rurale et l'organisation administrative de l'agriculture. Bruxelles 1910.

1. Entschädigungen für Tiere, die wegen Lungenseuche, Schafpocken, Tollwut, Rinderpest oder Rotz auf Anordnung der zuständigen Behörde im Interesse der öffentlichen Gesundheitspflege getötet wurden.

Grundsätze für die Entschädigungsleistung.

Seuchen	Höhe der Entschädigung		
	$1/3$ des Wertes	$1/5$ des Wertes	$1/2$ des Wertes
a) Lungenseuche Schafpocken Tollwut Rinderpest	Bei Rindern, Schafen, Ziegen, Schweinen, Pferden und anderen Einhufern, die ausschließlich in der Landwirtschaft Verwendung finden. Höchstbetrag der Entschädigung Pferd 300 Fr., Rind 200 „, Esel 50 „; Schaf, Ziege, Schwein 10 Fr. Für ein Rind in industriellem Betriebe (Brennerei, Brauerei) 100 Fr.; ebenda bei Lungenseuche für Mastrinder, deren Fleisch zum Verbrauche freigegeben wird, keine Entschädigung.	Bei Pferden und anderen Einhufern, die in irgend einem anderen (außerlandwirtschaftlichen) Betriebe verwendet werden. Höchstbetrag der Entschädigung Pferd, Maultier, Maulesel 180 Fr.	Bei Tieren, die wegen Seuchenverdachts getötet werden. (Höchstbetrag bei Rindern 300 Fr.)
b) Rotz	Für ausschließlich in der Landwirtschaft benutzte Einhufer, die auf Grund klinischer Diagnose getötet wurden.	Für außerlandwirtschaftlich benutzte Einhufer, die auf Grund klinischer Diagnose getötet wurden.	Für Einhufer, die als seuchenkrank oder seuchenverdächtig auf Grund der Malleinimpfung getötet wurden.

Nach vorstehenden Grundsätzen sind in den Jahren 1900 bis 1908 Haustiere wegen ansteckender Krankheiten, außer Milzbrand und Tuberkulose, getötet und wie folgt entschädigt worden.

Jahre	Pferde						Rinder		Ziegen und Schafe		Summe der bezahlten Entschädigungen
	mit ansteckenden Krankheiten behaftet				als rotzverdächtig		Mit ansteckenden Krankheiten behaftet				
	im landwirtschaftlichen Betriebe		im gewerblichen Betriebe								
	Zahl	Entschädigung Fr.	Zahl	Entschädigung Fr.	Zahl	Entschädigung Fr.	Zahl	Entschädigung Fr.	Zahl	Entschädigung Fr.	Fr.
1900	7	1341	28	3126	36	17 161	1	165	2	20	21 822
1901	5	1290	12	1366	7	2 729	—	—	—	—	5 385
1902	—	—	14	1885	45	17 976	—	—	—	—	19 861
1903	1	566	18	1974	16	6 842	—	—	—	—	9 382
1904	2	166	11	1079	51	15 482	—	—	—	—	16 727
1905	2	791	16	1619	29	13 915	8	1296	—	—	17 601
1906	5	1466	15	1783	22	8 836	—	—	1	10	12 095
1907	1	200	6	795	32	11 412	2	316	2	20	12 743
1908	—	—	1	60	15	3 879	—	—	—	—	8 939

Digitized by Google

2. Entschädigungen für Rinder, die an Milzbrand oder Rauschbrand verendet oder wegen dieser Seuchen getötet worden sind.

Seuche	Höhe der Entschädigung		Lediglich Entschädigung des Hautwertes
	$^1/_2$ des Wertes	über $^1/_2$ des Wertes	
Milzbrand oder Rauschbrand	Bei Vernichtung des Tieres durch Feuer in einer Grube. Höchstbetrag: 125 Fr. für Tiere über $1^1/_2$ Jahre und 62 Fr. für Tiere unter $1^1/_2$ Jahren.	Bei Ablieferung des Kadavers in eine amtlich anerkannte Abdeckerei ist die Entschädigung um 20 oder 10 Fr., je nach dem Alter des Tieres, höher.	Wenn Milzbrand oder Rauschbrand nicht festgestellt werden, so wird lediglich der Hautwert vergütet.

Nach diesen Bestimmungen sind in den Jahren 1900 bis 1908 verendete oder getötete Rinder, bei denen Milzbrand festgestellt wurde, wie folgt entschädigt worden.

Jahre	Zahl der Tiere	Gezahlte Entschädigungen Fr.	Jahre	Zahl der Tiere	Gezahlte Entschädigungen Fr.
1900	824	79 009	1905	1 079	101 654
1901	891	82 001	1906	923	85 861
1902	792	75 509	1807	997	95 130
1903	746	70 617	1908	846	78 307
1904	916	87 590			

(Zu 3.) Nach diesen Grundsätzen sind in den Jahren 1900 bis 1908 für tuber-

Jahre	Tuberkulöse Schlachttiere		Klinisch tuberkulöse Rinder, auf behördl. Anordnung geschlachtet							
	Fleisch völlig untauglich. Entsch. 50 % des Wertes der 4 Viertel		Zuchtvieh. Fleisch völlig untauglich. Entsch. 70 % des Wertes		Zuchtvieh. Fleisch verwertbar. Entsch. 25 % des Wertes		Anderes Vieh. Fleisch völlig untauglich. Entsch. 50 % des Wertes der 4 Viertel		Anderes Vieh. Fleisch verwertbar: 25 % des Wertes der 4 Viertel	
	Zahl der geschl. Tiere	Entschädigungen	Zahl der Tiere	Entschädigungen	Zahl der Tiere	Entschädigungen	Zahl der Tiere	Entschädigungen	Zahl der Tiere	Entschädigungen
1900	4083	557 426	2652	612 331	758	67 076	222	24 077	138	10 928
1901	3977	517 183	2152	443 439	734	61 525	285	29 277	135	9 909
1902	3714	485 498	1475	294 975	733	60 548	232	22 088	165	10 297
1903	3157	400 785	836	185 723	643	56 134	238	21 647	185	11 416
1904	3191	377 341	656	156 146	726	65 673	570	52 325	371	21 501
1905	3535	389 819	545	123 355	829	73 038	670	59 105	614	36 339
1906	3370	391 156	521	119 451	824	75 051	556	48 758	670	42 899
1907	3379	413 889	450	108 076	665	63 441	531	47 559	563	35 836
1908	3732	447 806	505	120 153	702	66 766	717	64 830	735	45 420

Digitized by Google

3. Entschädigungen bei Rindertuberkulose.

a) Entschädigung für tuberkulöse Schlachttiere	b) Entschädigung für klinisch tuberkulös befundene und auf behördliche Anordnung geschlachtete Rinder	c) Entschädigung bei Sanierung ganzer Bestände
50 % des Fleischwertes, d. h. der 4 Viertel, sofern das Fleisch als zum menschlichen Genusse völlig ungeeignet befunden worden ist.	1. Für Zuchtvieh (Zuchtkühe und tragende Färsen) 70 % des wirklichen Wertes, wenn das Fleisch wegen Tuberkulose als völlig ungeeignet befunden wird (Höchstbetrag 420 Fr.). 25 % des wirklichen Wertes, wenn das Fleisch noch verwertbar (Höchstbetrag 150 Fr.). 2. Für anderes Vieh: 50 % oder 25 % des Wertes der 4 Viertel unter denselben Voraussetzungen wie oben.	1. Für Zuchtvieh: 70 % des Wertes der 4 Viertel, wenn das Fleisch wegen Tuberkulose völlig untauglich ist. 15 % des Wertes der 4 Viertel, wenn das Fleisch noch verwertbar ist. 2. Für anderes Vieh: 50 % des Wertes der 4 Viertel oder 0 % unter denselben Voraussetzungen wie unter 1.

4. Entschädigungen für Schweinetuberkulose.

Die Entschädigung beträgt 50 % des Schlachtwerts der Tiere.

Jahre	Zahl der geschlachteten und wegen Tuberkulose unschädlich beseitigten Schweine	Gezahlte Entschädigungen Fr.
1900	334	16 569
1901	282	15 453
1902	292	17 067
1903	255	12 524
1904	255	12 299
1905	343	16 107
1906	341	17 449
1907	377	20 534
1908	511	25 212

kulöse Rinder Entschädigungen in nachstehend bezeichnetem Umfang zuerkannt worden.

Tuberkulös befundene auf Verlangen des Besitzers geschlachtete Tiere						Gesamtzahl der Schlachtungen im Jahre	Gesamtbetrag der Entschädigungen im Jahre	Mittelzahl der Entschädigung	Jahre
Zuchtvieh. Fleisch völlig untauglich. Entsch. 70 % des Wertes der 4 Viertel		Zuchtvieh. Fleisch verwertbar: 15 % des Wertes der 4 Viertel		Anderes Vieh. Fleisch völlig untauglich: 50 % des Wertes der 4 Viertel					
Zahl der Tiere	Entschädigungen	Zahl der Tiere	Entschädigungen	Zahl der Tiere	Entschädigungen		Fr.	Fr.	
236	48 234	2164	116 120	16	3646	10 269	3 196 476	141,00	1900
165	32 899	2044	111 502	7	1246	9 439	2 803 124	127,81	1901
64	15 943	1133	67 074	3	904	7 539	2 190 785	126,92	1902
24	4 428	544	33 901	1	416	5 628	1 622 992	126,91	1903
19	3 960	321	19 001	4	1144	5 858	1 564 469	117,19	1904
29	5 292	441	24 447	5	1278	6 668	1 691 544	106,80	1905
33	5 356	761	44 925	11	2548	6 746	1 856 946	108,04	1006
62	11 968	1108	67 245	3	504	6 761	1 962 714	110,67	1907
86	16 349	1352	83 433	11	3024	7 840	2 255 150	107,88	1908

Gleichzeitig mit der letzten Wochenübersicht im Monat reichen die Veterinärinspektoren dem Minister für Landwirtschaft und öffentliche Arbeiten einen Monatsbericht mit täglichen Eintragungen über ihre dienstliche Tätigkeit ein. Außerdem sind sie verpflichtet, den Minister über besonders wichtige Vorkommnisse auf veterinärem Gebiete zu unterrichten.

Auf Grund der genannten Nachweisungen wird vom Ministerium für Landwirtschaft und öffentliche Arbeiten ein Jahresbericht zusammengestellt („Rapport général sur la police sanitaire des animaux domestiques") der sich im ersten Teile mit Verwaltungsmaßnahmen und im zweiten Teile mit dem Gesundheitszustande der Haustiere befaßt.

D. Unschädliche Beseitigung der Kadaver. Abdeckereiwesen.

Eine Neuregelung des Abdeckereiwesens ist durch die Königliche Verordnung vom 31. Dezember 1900[1]) erfolgt.

Danach sind die Kadaver von Tieren, die an Milzbrand, Rotz, Tollwut oder Schafpocken verendeten oder wegen dieser Seuchen getötet worden sind, vollständig zu vernichten. Erfolgt die Vernichtung durch Vergraben, so ist die Haut vorher mit Einschnitten zu versehen.

Handelt es sich um die Kadaver von Tieren, die mit einer anderen ansteckenden Krankheit behaftet gewesen sind, so kann die Haut nach vorheriger Desinfektion verwertet werden.

Die Vernichtung der Kadaver hat durch Vergraben, durch Anwendung chemischer Mittel oder durch Hitze zu geschehen.

Der Bürgermeister bestimmt auf Vorschlag des Veterinärinspektors oder des sonstigen Tierarztes die Art der Vernichtung, die ihm unter den gegebenen Umständen und unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse am zweckmäßigsten erscheint; er ordnet auch die erforderlichen Vorsichtsmaßregeln an und überwacht deren Durchführung.

Der Verscharrungsplatz des Kadavers eines mit einer ansteckenden Krankheit behafteten Tieres soll, soweit tunlich, wenigstens 50 m von jedem öffentlichen Wege, Stalle oder sonstigen Orte entfernt sein, wo Tiere sich befinden, die geeignet sind, die Seuche zu verbreiten. Dieser Ort ist möglichst auf einem vom Eigentümer des kranken Tieres bewirtschafteten Gelände zu wählen. Falls der Eigentümer keinen zu diesem Zwecke geeigneten Platz besitzt, bestimmt die Gemeindeverwaltung einen anderen Ort.

Das Vergraben hat so tief zu geschehen, daß der Kadaver oder seine Teile, nachdem die Grube geschlossen ist, von einer 1,50 m dicken Erdschicht bedeckt wird.

Die einmal gefüllten Gruben dürfen nur mit Ermächtigung der Behörde geöffnet werden; diese Ermächtigung darf frühestens 9 Jahre nach der Verscharrung erteilt werden. Wenn es sich darum handelt, die bestrittene Natur einer Seuche nachzuprüfen, kann der Gouverneur ausnahmsweise die Ausgrabung eines Kadavers anordnen.

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1901 S. 599.

Digitized by Google

Die Vernichtung von Kadavern seuchenkranker Tiere durch Hitze kann durch Verbrennen oder durch Kochen unter mindestens 5 Atmosphären Druck geschehen. Der Minister trifft nähere Bestimmungen über die Ausführung dieser Art der Vernichtung.

Die Vernichtung von Kadavern seuchenkranker Tiere durch Kochen oder chemische Mittel darf nur mit Genehmigung der zuständigen Behörde und nur in hierzu ermächtigten Abdeckereien vorgenommen werden.

Durch dieselbe Verordnung sind die Bestimmungen der allgemeinen Verwaltungsordnung über die Gesundheitspolizei der Haustiere und diejenigen, die sich auf die Gewährung von Entschädigungen aus Staatsmitteln auf Grund der Tötung oder Beschlagnahme von Tieren beziehen, wie folgt festgesetzt worden:

1. Der Landwirtschaftsminister ist ermächtigt, diejenigen Teile des Landes zu bezeichnen, in denen es untersagt sein soll, von einem bestimmten Zeitpunkt ab die Kadaver von Tieren zu vergraben, die wegen nachstehender Krankheiten als zur Verwertung ungeeignet befunden worden sind:

A. Rotz beim Pferde, Esel, Maultiere und Maulesel;
B. Lungenseuche beim Rindvieh;
C. Rinderpest bei den Wiederkäuern;
D. Tuberkulose beim Rindvieh;
E. Milzbrand beim Rinde, Pferde und Schafe;
F. Pockenseuche beim Schafe.

Mit Ermächtigung des Ministers können die Bestimmungen dieser Verordnung auch auf andere Krankheiten ausgedehnt werden.

2. Der Bürgermeister einer Gemeinde, aus der ein zur Vernichtung bestimmter Kadaver eines seuchenkranken Tieres abgeholt werden soll, hat den Abdeckereiunternehmer auf dessen Kosten telegraphisch zu benachrichtigen.

3. Die in Frage kommenden Kadaver sind mit einer desinfizierenden Flüssigkeit zu übergießen, zu beschlagnahmen, fortzuschaffen und in den vom Minister bestimmten Abdeckereien nach Maßgabe der hierfür erlassenen Vorschriften kostenfrei zu vernichten.

4. Wenn die Eigentümer die Kadaver den Abdeckereiunternehmern nicht vollständig abliefern, so wird ihnen keine staatliche Entschädigung gewährt.

Eine Ausnahme von dieser Bestimmung wird jedoch gemacht, wenn es sich um die Haut von Tieren handelt, die mit einer anderen ansteckenden Krankheit als Milzbrand, Rotz, Tollwut oder Schafpocken behaftet sind, sowie von Rindern, die wegen Tuberkulose völlig beanstandet wurden. Derartige Häute fallen den Abdeckereiunternehmern nur auf Grund besonderer Vereinbarung mit den Interessenten zu.

5. Das Vergraben der Kadaver, von denen im vorstehenden die Rede ist, muß innerhalb der vom Minister vorgeschriebenen Zeit geschehen. Jede Übertretung dieser Anordnung ist sofort dem beamteten Tierarzt durch den zuständigen Bürgermeister zu melden. Der beamtete Tierarzt gibt die Meldung an den Minister weiter.

6. Der Abdeckereiunternehmer, dem die Abholung des Kadavers obliegt, hat dem Besitzer oder dem Bürgermeister eine Bescheinigung auszuhändigen, die einer zu diesem Zwecke angelegten Liste entnommen ist.

Der Bürgermeister sorgt dafür, daß die nach Nr. 3 vorgeschriebene Denaturierung des Kadavers im Augenblicke seiner Abholung vorgenommen wird.

7. Der Abdeckereiunternehmer ist verpflichtet, dem Bürgermeister und dem beamteten Tierarzt des Bezirkes jede Hinterziehung eines zu vernichtenden Kadavers oder eines Teiles von einem solchen anzuzeigen; desgleichen hat er Anzeige zu erstatten, wenn ein Besitzer sich weigert, den Kadaver der Abdeckerei abzuliefern. Ferner hat er das Gewicht von Kadavern tuberkulöser Tiere, die in seiner Anstalt vernichtet werden und aus Staatsmitteln entschädigt werden sollen, festzustellen.

Die Abwiegung hat mittels einer selbstregistrierenden automatischen Wage zu geschehen. Der Wiegeschein ist zur Verbindung mit dem Entschädigungsgesuche dem beamteten Tierarzt desjenigen Bezirkes auszuhändigen, in dem die Beschlagnahme erfolgte.

8. Strafbestimmungen für die Übertretung der einzelnen Vorschriften.

V. Schlachtvieh- und Fleischbeschau.

A. Organisation der Schlachtvieh- und Fleischbeschau. Gesetzliche Grundlagen. Schlachthäuser.

Durch das Gesetz über die Fälschung von Lebensmitteln vom 4. August 1890[1]) wird die Regierung ermächtigt, den Handel mit Nahrungsmitteln für Menschen und Tiere zu überwachen, und zwar unter den Gesichtspunkten der öffentlichen Gesundheitspflege und der Verhütung von Betrügereien und Fälschungen. Der Erreichung dieser Zwecke dienen: 1. die Überwachung der Herstellung oder der Zubereitung von zum Verkauf bestimmten Nahrungsmitteln und 2. das Verbot der Verwendung von schädlichen Stoffen oder Gegenständen hierbei.

Fleisch darf nur verkauft oder feilgeboten werden, wenn es untersucht und als Nahrungsmittel geeignet befunden worden ist.

Bei frischem Fleische muß sich die Untersuchung hauptsächlich auf die inneren Organe der Schlachttiere erstrecken. Hierfür kann eine Gebühr erhoben werden, deren Höhe von der Regierung bestimmt wird.

Die Bürgermeister und die Beamten der Regierung sind befugt, alle Räume, in denen Lebensmittel und Arzneimittel verkauft werden, während der Geschäftsstunden zu betreten, desgleichen Nebenräume, die dem Publikum nicht zugängig sind. Auch dürfen sie zu jeder Zeit Räume, in denen zum Verkauf bestimmte Nahrungsmittel hergestellt werden, betreten.

Zuwiderhandlungen gegen gesetzliche Bestimmungen werden protokollarisch festgestellt und mit 1 bis 25 Fr. sowie mit Haft von 1 bis 7 Tagen oder einer dieser beiden Strafen bestraft. Im Wiederholungsfalle innerhalb zweier Jahre wird die Strafe verdoppelt. Wer das Betreten der vorgenannten Räume nicht gestattet oder die Besichtigung der Nahrungsmittel oder die Entnahme von Proben durch Regierungsbeamte verweigert, wird mit einer Geldstrafe von 50 bis 200 Fr. belegt. Im Wiederholungs-

---

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1890, S. 719.

Digitized by Google

fall innerhalb zweier Jahre kann die Strafe bis auf 500 Fr. erhöht oder durch Haft von 8 Tagen bis 2 Monaten verschärft werden.

Die Aufsicht über die Fleischbeschau ist den beamteten Tierärzten (Veterinärinspektoren) übertragen nach der Königlichen Verordnung über den Veterinärdienst vom 10. Dezember 1890[1]) (vergl. S. 502). Dieselbe Verordnung enthält nachstehende, die Schlacht- und Fleischbeschau betreffende Bestimmungen.

Die Veterinärinspektoren haben die Ausführung der zur Regelung des Fleischhandels ergangenen Vorschriften und namentlich der die Fleischbeschau angehenden Bestimmungen zu überwachen. Insbesondere haben sie auch die Schlachthäuser und Schlachtstätten zu beaufsichtigen. Die Veterinärinspektoren haben das Recht, im ganzen Bereich ihres Amtsbezirkes Nachforschungen anzustellen und Anklagen, die bis zum Beweise des Gegenteils zu Recht bestehen, zu erheben, wenn gegen die Vorschriften des Gesetzes vom 4. August 1890, soweit sie den Fleischhandel betreffen, verstoßen wird. Die Anklagen sind spätestens innerhalb dreier Tage dem Staatsanwalte zu übermitteln.

Die Ausübung der Fleischbeschau ist geregelt durch Königliche Verordnung vom 23. März 1901[2]) und die dazu erlassenen Ausführungsbestimmungen und besonderen Ministerialverfügungen.

Die Untersuchung der im Königreiche geschlachteten Tiere findet, sofern ihr Fleisch zur allgemeinen Ernährung bestimmt ist, nach der Schlachtung statt. Die Fleischbeschauer werden in der Regel von dem Gemeinderate mit Genehmigung des Ministers ernannt. Das Amt von Sachverständigen darf nur Tierärzten übertragen werden. Das Amt des Fleischbeschauers ist unvereinbar mit dem Gewerbe des Fleischers, Wursthändlers, Viehhändlers, Hufschmieds oder Händlers mit Getränken. Die Beschau hat möglichst bald nach der Schlachtung zu geschehen. Bis zur Beschau müssen die Eingeweide aufbewahrt werden; einzelne müssen in natürlichem Zusammenhange mit dem Tiere bleiben. Eine Untersuchung der Tiere vor dem Schlachten kann von den Gemeinden angeordnet werden.

Das in das Königreich eingeführte Fleisch unterliegt einer Untersuchung durch die Grenztierärzte oder die vom Minister bestellten Beschauer.

Über die Kennzeichnung des zum Genusse tauglich befundenen Fleisches sowie die Denaturierung und unschädliche Beseitigung des als Nahrungsmittel untauglichen Fleisches sind allgemeine Bestimmungen erlassen.

Zur Deckung der Untersuchungskosten können die Gemeinden Gebühren erheben, deren Höhe durch den Gemeinderat mit Zustimmung des Königs bestimmt wird.

Von einer Gemeinde zur anderen darf Fleisch nur in gestempelten Stücken verbracht werden. Die Gemeinden dürfen eingeführtes Fleisch einer zweiten Untersuchung unterziehen. Über den Transport des zur Sterilisation bestimmten Fleisches sowie über den Verkauf von Fleisch gelten besondere Vorschriften. Frisches Fleisch von Einhufern darf nur in Läden verkauft werden, die in großen Buchstaben die Aufschrift tragen: „Boucherie chevaline“ oder „Paardenbeenhouverij“.

---

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1891, S. 653. — [2]) Desgl. 1901, S. 715.

Digitized by Google

Gemäß Ministerialverfügung über die Fleischbeschau vom 31. März 1901[1]) sind in bestimmten Fällen die Anmeldungen zur Schlachtung an den tierärztlichen Sachverständigen und nur ausnahmsweise an den nichttierärztlichen Fleischbeschauer zu richten. In einer Anlage sind zu der Ministerialverfügung diejenigen Fälle aufgeführt, in denen das Fleisch für gesundheitsschädlich erklärt werden muß.

In einer anderen Anlage sind die Krankheiten der Schlachttiere beschrieben, bei deren Vorkommen die Zuziehung des tierärztlichen Sachverständigen stets erforderlich ist. Über die Art, Form, Größe und Anbringung der Stempel an dem zum Genusse tauglich befundenen Fleische gelten die in einer weiteren Anlage enthaltenen Vorschriften. In Belgien geschlachtete Schweine, deren Fleisch zur Ausfuhr bestimmt ist, unterliegen der Fleischbeschau nach besonderen Bestimmungen über die Entfernung der Brust- und Baucheingeweide und über die Art der Stempelung.

Zur Durchfuhr durch Belgien bestimmtes Fleisch unterliegt der Beschau nicht.

Eine Prüfungsordnung für Fleischbeschauer ist erlassen durch Ministerialverfügung vom 31. März 1901[2]). Danach müssen Personen, die nicht als Tierärzte approbiert sind, eine theoretische und praktische Prüfung in nachstehend bezeichneten Gegenständen abgelegt haben:

1. Einschlägige gesetzliche Vorschriften.
2. Bestimmung des Signalements der Schlachttiere.
3. Benennung und Lage der Körpergegenden und der Organe.
4. Zeichen der Gesundheit oder Krankheit der Schlachttiere im Leben und nach der Schlachtung.
5. Eigentümlichkeiten des frischen Fleisches und verschiedener Zubereitungen des Fleisches, von denen seine Tauglichkeit oder Untauglichkeit zum menschlichen Genusse abhängig ist.
6. Kenntnis derjenigen Fälle, in denen ein tierärztlicher Sachverständiger zugezogen werden muß.

Die Prüfung darf nicht länger als zwei Stunden dauern. Sie findet vor einer Kommission statt, die zusammengesetzt ist aus je einem vom Landwirtschaftsministerium und der Regierung bezeichneten Veterinärinspektor und einem vom Minister ernannten andern Tierarzte.

Über die Errichtung und Benutzung von Schlachthäusern bestehen keine besonderen Vorschriften. Die belgische Regierung hat jedoch durch ein Preisausschreiben einige Pläne für Schlachthofanlagen gesammelt, von denen sie vier verschiedene je nach der Größe der Gemeinde, in der das Schlachthaus errichtet werden soll, als zweckmäßig empfiehlt.

Die Gesamtzahl der im Jahre 1909 in Belgien vorhanden gewesenen öffentlichen Schlachthäuser betrug 94.

Schlacht- und Schlachthofgebühren dürfen nach dem Gesetze vom 31. Juli 1889 nur in solcher Höhe erhoben werden, daß sie einer den geleisteten Diensten angemessenen Entschädigung entsprechen.

---

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1901, S. 717. — [2]) Desgl. 1901, S. 720.

B. Verfahren mit beanstandetem Fleische.

Zum menschlichen Genusse untaugliches (ungesundes) Fleisch wird in der Regel in einer der hierzu staatlich ermächtigten Abdeckereien vernichtet. Angaben über die Menge des jährlich unschädlich beseitigten Fleisches liegen nicht vor.

In besonderen durch Ministerialerlaß bestimmten Fällen kann Fleisch nach vorhergegangener Sterilisation zum Genusse zugelassen werden. Das zur Sterilisation bestimmte Fleisch darf zur Ausführung der Sterilisation nur in eine hierzu besonders eingerichtete Anlage verbracht werden; es muß mit einer Bescheinigung des Fleischbeschauers versehen sein, aus dem der Ort der Herkunft und der Bestimmung sowie die Art und Menge des Fleisches hervorgeht. Diese Bescheinigung muß dem Fleischbeschauer alsbald zurückgeschickt werden, nachdem sie mit einer Empfangsbestätigung des mit der Überwachung der Sterilisieranstalt beauftragten Tierarztes versehen worden ist.

Im Jahre 1907 wurden an 14 Orten mit Sterilisationseinrichtungen 219629 kg Fleisch sterilisiert, gegen 184248 kg und 147954 kg in den beiden Vorjahren.

C. Versorgung mit Fleisch und Fleischverbrauch. Vieh- und Fleischpreise.

Die belgische Bevölkerung verzehrt hauptsächlich Rind- und Kalbfleisch. Auf den Kopf der Bevölkerung belief sich der Fleischverbrauch im Jahre 1904 auf 21,1 kg Rind- und 3,9 kg Kalbfleisch. Nach Mitteilung des Landwirtschaftsministeriums in Brüssel sind 1904 in Schlachthäusern geschlachtet worden 397315 Rinder und 305895 Kälber, außerdem sind noch 42125 Rinder und Kälber außerhalb der Schlachthäuser geschlachtet worden.

Den überwiegenden Teil seines Fleischbedarfs deckt Belgien aus dem jährlichen Nachwuchs seines Viehbestandes. Der andere Teil muß dagegen durch Einfuhr beschafft werden. Im Jahre 1905 wurden 54916 Rinder ein- und nur 122 ausgeführt.

Über den Umfang und die Herkunftsländer der Vieheinfuhr von 1905 gibt die nachstehende Tabelle[1]) Auskunft.

Herkunftsland	Volljährige Stiere	Junge Stiere	Volljährige Ochsen	Junge Ochsen	Kühe	Stärken	Kälber	Zusammen
Deutschland	—	—	—	—	70	—	21	91
Niederlande	4 628	44	10 072	228	19 700	9 396	5 306	49 374
Frankreich	—	—	—	—	650	42	—	692
Vereinigte Staaten von Amerika	2 517	—	2 183	—	—	—	—	4 700
Andere Länder	13	4	8	—	1	28	5	59
Zusammen	7 158	48	12 263	228	20 421	9 466	5 332	54 916

[1]) Tableau général du commerce avec les pays étrangers de 1905, aus Dr. Frost, Agrarverfassung und Landwirtschaft in Belgien S. 414.

Über den Umfang und die Herkunftsländer der Vieheinfuhr im Jahre 1910 gibt das „Tableau général du commerce avec les pays étrangers" folgende Zahlen an:

Herkunftsland	Volljährige Stiere	Junge Stiere	Volljährige Ochsen	Junge Ochsen	Kühe	Stärken	Kälber	Zusammen
Deutschland	—	1	—	—	—	—	—	1
Niederlande	4 874	61	7 499	158	21 210	17 427	7 112	58 341
Frankreich	—	—	—	1	1 333	—	—	1 334
Dänemark	402	—	791	—	1 878	—	—	3 071
Vereinigte Staaten von Amerika	114	—	—	—	—	—	—	114
Andere Länder	19	—	403	—	39	66	30	557
Zusammen	5 409	62	8 693	159	24 460	17 493	7 142	63 418
Davon zur Abschlachtung in Belgien und Wiederausfuhr des Fleisches	45	—	147	—	75	32	—	299

Die Einfuhr verteilt sich auf Fettvieh, Magervieh sowie Zucht- und Milchvieh zu etwa je einem Drittel. Mehr als neun Zehntel der gesamten belgischen Rindereinfuhr liefern die Niederlande.

Der jährliche Verbrauch an Schweinefleisch ist für den Kopf der Bevölkerung auf 18,6 kg anzusetzen. Von den gesamten Schweinebeständen des Landes dienen etwa 96 % zur eigenen Fleischversorgung und nur etwa 4 % werden als Schweinefleisch ausgeführt. Die Einfuhr von Schweinefleisch ist gering. 1905 sind aus dem Ausland 37 Schweine und 156 kg Schweinefleisch eingeführt worden. Im Jahre 1910 betrug die Einfuhr 174 Schweine und 422938 kg Schweinefleisch.

Die Einfuhr von anderem Schlachtfleisch als Schweinefleisch stellte sich 1910 auf 121328 kg.

Davon entfallen auf

Großbritannien	67213 kg
Frankreich	6540 „
die Niederlande	43944 „
Dänemark	3419 „
andere Länder	212 „

Der Verbrauch an Schaffleisch ist erheblich. Um ihm zu genügen, müssen nahezu viermal soviel Schafe eingeführt werden als das Land selbst hervorbringt. Im Jahre 1905 wurden eingeführt aus

Deutschland	22110 Schafe	und 21614	Lämmer
den Niederlanden	42041 „	„ 29221	„
Argentinien	40567 „	„ —	„
anderen Ländern	8710 „	„ 3615	„
zusammen	113428 Schafe	und 54450	Lämmer.

Digitized by Google

Im Jahre 1910 wurden eingeführt aus

Deutschland . . .	1161	Schafe	und	7100	Lämmer
den Niederlanden .	50004	„	„	31985	„
Dänemark . . .	6480	„	„	—	„
Luxemburg . . .	—	„	„	2668	„
Argentinien . . .	37069	„	„	—	„
Uruguay	18239	„	„	—	„
anderen Ländern .	2045	„	„	1239	„
zusammen	114998	Schafe	und	42992	Lämmer

(darunter 580 Schafe zur Abschlachtung und Wiederausfuhr des Fleisches).

Eine sonstige Ausfuhr von Schafen und von Schaffleisch findet so gut wie nicht statt.

Die mittleren Preise für Rindvieh werden für das Kilogramm Lebend- und Schlachtgewicht von den bedeutendsten belgischen Marktorten im Jahre 1905[1]) wie folgt angegeben

bei Ochsen	für das kg Lebendgewicht	0,56	bis	0,76 *M*
„ Stieren	„ „ „ „	0,44	„	0,68 „
„ Kühen und Stärken	„ „ „ „	0,55	„	0,72 „
„ Kälbern	„ „ „ „	0,76	„	1,00 „
bei Ochsen	für das kg Schlachtgewicht	1,07	„	1,34 „
„ Stieren	„ „ „ „	0,96	„	1,17 „
„ Kühen und Stärken	„ „ „ „	1,04	„	1,28 „
„ Kälbern	„ „ „ „	1,04	„	1,60 „

Die mittleren Fleischpreise im Jahre 1909 betrugen

bei Ochsen	für das kg Lebendgewicht	0,69 *M*
„ Stieren	„ „ „ „	0,59 „
„ Kühen und Stärken	„ „ „ „	0,63 „
„ Kälbern	„ „ „ „	0,90 „
„ Hammeln	„ „ „ „	0,62 „

und

bei Ochsen	für das kg Schlachtgewicht	1,26 *M*
„ Stieren	„ „ „ „	1,14 „
„ Kühen und Stärken	„ „ „ „	1,19 „
„ Kälbern	„ „ „ „	1,47 „
„ Hammeln	„ „ „ „	1,23 „

Die Preise für Schweine betrugen 1905 auf den bedeutenderen belgischen Märkten 0,70 bis 0,88 *M* für 1 kg Lebend- und 0,94 bis 1,46 *M* für 1 kg Schlachtgewicht.

Im Jahre 1909 kostete das Kilogramm Lebend- im Mittel 0,86 und das Kilogramm Schlachtgewicht 1,15 *M*.

---

[1]) Annuaire statistique de la Belgique 1907, aus Dr. Frost, Agrarverfassung und Landwirtschaft in Belgien S. 413.

Über die Preisnotierung bestehen keine besonderen Vorschriften. Sie kommt in der Regel ziemlich willkürlich nach dem Ermessen der Marktbeamten zustande. Einige landwirtschaftliche Fachzeitungen versuchen jedoch durch Nennung von Niedrigst-, Mittel- und Höchstpreisen ein gerechteres Bild über die Preislage auf den Viehmärkten zu geben.

Der Verbrauch an Pferdefleisch ist nicht unerheblich. Von den im Jahre 1910 nach Belgien eingeführten 48872 Pferden waren 22658 Stück, fast ausschließlich aus Großbritannien stammend, zu Schlachtzwecken bestimmt gewesen.

D. Verbote und Beschränkungen der Ein- und Durchfuhr von Fleisch, Fett und Erzeugnissen aus Fleisch und Fett.

Die Einfuhr von frischem Fleische darf nach dem Gesetze vom 18. Juni 1887, betreffend den Einfuhrzoll auf Tiere und Fleisch, nur in ganzen oder halben Tierkörpern oder in Vierteln und unter der Bedingung stattfinden, daß die Lunge sich noch damit im natürlichen Zusammenhange befindet. Ausgenommen von diesen Beschränkungen ist frisches Hammelfleisch durch Gesetz vom 30. Januar 1892[1]).

Ferner ist durch Gesetz, betreffend die Abänderung der Vorschriften über den Handel mit Fleisch, vom 30. Dezember 1895[2]) bestimmt, daß frisches Fleisch von Pferden, Eseln, Mauleseln und Maultieren nur zur Einfuhr zugelassen werden darf, wenn die Atmungsorgane im natürlichen Zusammenhange beigebracht werden. Die Einfuhr von derartigem Fleische in zubereitetem oder konserviertem Zustand ist verboten.

In Gemeinden, die eine zweite Untersuchung für frisches oder zubereitetes Fleisch von Tieren, die in einem öffentlichen, unter der Aufsicht eines Tierarztes stehenden Schlachthaus geschlachtet worden sind, einrichten, kann die Regierung diese neue Untersuchung Beschränkungen unterwerfen, die sie zum Schutze der Freiheit des Handels für notwendig hält.

Für das in das Königreich eingeführte Fleisch kann eine Gebühr erhoben werden, deren Höhe von der Regierung festgesetzt wird.

Durch Ministerialverordnung über die Einfuhr von Fleisch usw. vom 31. März 1901 ist vorgeschrieben, daß die für die Einfuhr von Pferden und anderen Haustieren zu bestimmten Zeiten geöffneten Zoll- und Nebenzollämter zu den gleichen Zeiten auch für die Einfuhr von Fleisch, Fett und Fleischteilen von Schlachtvieh geöffnet sind. Die Untersuchung dieser Lebensmittel geschieht durch die beamteten Tierärzte, denen auch die Untersuchung der lebenden Tiere obliegt.

E. Exportschlächtereien. Fleischausfuhr.

Abgesehen von einem in Brügge bestehenden Unternehmen geringen Umfanges, sind Exportschlächtereien in Belgien nicht vorhanden.

Bezüglich der in Belgien geschlachteten Schweine, deren Fleisch zur Ausfuhr bestimmt ist, sind in der bereits erwähnten Königlichen Verordnung über die Fleischbeschau vom 23. März 1901 besondere Bestimmungen enthalten. Danach kann von

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitamts 1892, S. 216. — [2]) Desgl. 1896, S. 228.

Digitized by Google

der sonst bei Schlachtvieh bestehenden Verpflichtung, die Brusteingeweide in natürlichem Zusammenhange zu belassen, bei Schweinen, die zur Ausfuhr bestimmt und unter den vom Minister vorgeschriebenen Bedingungen geschlachtet sind, abgesehen werden. Wer solches Fleisch ausführen will, hat hiervon den Fleischbeschauer der Gemeinde und den zuständigen beamteten Tierarzt zu benachrichtigen.

Die betreffenden Personen haben ein Register zu führen, in das sie vor der Schlachtung die Zahl der Tiere, die sie schlachten sowie den Namen des Verkäufers eintragen müssen. Dieses Register muß durch den Fleischbeschauer bei jedem Besuche gegengezeichnet werden.

Bis zur Ankunft des Beschauers sind die geschlachteten Tiere an numerierten Haken aufzuhängen. Die Organe der Brusthöhle sind neben den Tieren oder an entsprechend numerierten Haken aufzuhängen. Die Eingeweide der Bauchhöhle werden im ganzen herausgenommen, aber in ihren natürlichen Verbindungen erhalten.

Wenn der Schlächter eine Krankheitserscheinung oder eine Abweichung, die das Vorhandensein einer Krankheit vermuten läßt, bei einem Schlachtstück feststellt, so müssen die Organe der Brusthöhle im natürlichen Zusammenhange mit dem Tiere verbleiben und die Baucheingeweide in einem besonderen Behälter aufbewahrt werden.

Von dem Beschauer als zum Genusse für Menschen tauglich befundene Tiere werden am Rüssel abgestempelt.

Nach der Ausfuhrstatistik gingen im Jahre 1905 an Schweinefleisch aus Belgien nach

Großbritannien	2 262 184 kg
Deutschland	101 677 „
Frankreich	70 538 „
Luxemburg	6 559 „
anderen Ländern	588 „
	2 441 546 kg

F. Trichinenschau. Staatliche Schlachtviehversicherung.

Eine Untersuchung der geschlachteten Schweine auf Trichinen findet in Belgien nicht statt. Auch eine staatliche Schlachtviehversicherung ist nicht eingerichtet.

Digitized by Google

Über den Gehalt des Wurstfettes der Dauerwurst an freier Säure.

Von

dem † Technischen Rat **Dr. Ed. Polenske,**

vormaligem ständigen Mitarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Als Ergänzung zu der Verordnung des schweizerischen Bundesrats betr. die Einfuhrsendungen von Fleisch und Fleischwaren vom 29. Januar 1909 (Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamtes 1909, S. 689) hat das schweizerische Landwirtschaftsdepartement durch eine Verfügung vom 16. November 1909 (Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamtes 1909, S. 1437) bestimmt, daß Dauerwurst von der Einfuhr in die Schweiz zurückzuweisen ist, wenn das Wurstfett einen höheren Säuregrad als 12 hat.

Die Tatsache, daß das Wurstfett einwandfreier Dauerwurst oftmals einen höheren Säuregrad als 12 zeigt, ist allgemein bekannt. Gleichwohl nahm das Kaiserl. Gesundheitsamt infolge der genannten schweizerischen Verfügung Veranlassung, eine Reihe von frischen Würsten, die als Dauerwurst für die Ausfuhr, insbesondere nach der Schweiz bestimmt waren, auf den Säuregehalt des Wurstfettes zu untersuchen, um festzustellen, wie hoch dieser unter Umständen steigen kann.

Es gelangten die folgenden 10 Wurstproben zur Untersuchung, die von anerkannt guten Wurstfabriken in Thüringen und Braunschweig bezogen waren.

I. Von der Firma A.

Probe Nr. 1 Salamiwurst in Blase	eingesandt am 16. Februar 1910.
„ „ 2 „ im Fettdarm	
„ „ 3 Zervelatwurst im Rindsdarm	
„ „ 4 „ im Fettdarm	

Diese 4 Würste waren nach den Angaben der Firma Mitte Dezember 1909 aus prima ausgesehntem Fleisch, bestem Gewürz und frischem Rückenspeck gefertigt.

II. Von der Firma B.

Probe Nr. 5 Salamiwurst in Blase	eingesandt am 16. Februar 1910.
„ „ 6 „ „ „	
„ „ 7 Zervelatwurst im Fettdarm	
„ „ 8 „ „ „	

Diese 4 Würste waren nach Angabe am 16. und 23. Dezember 1909 aus $^1/_3$ Rind-, $^2/_3$ Schweinefleisch und fast nur aus Rückenfett angefertigt.

Digitized by Google

III. Von der Firma C.

Probe Nr. 9 Salamiwurst } eingesandt am 19. Dezember 1909.
„ „ 10 Zerverlatwurst }

Beide Würste waren nach Angabe der Firma 4 Wochen alt und enthielten ausschließlich Rückenfett. Das zu den Würsten verwendete Fleisch war nicht näher bezeichnet.

Zur Säurebestimmung wurde das aus etwa 30 g von jeder Wurst mit Wasser von 100° ausgeschmolzene und filtrierte Fett verwendet. Die Untersuchung der Würste fand am 17. Februar 1910, 20. Mai 1910, 5. Oktober 1910, 2. Februar 1911, 20. Mai 1911 und 15. September 1911 statt. Die Ergebnisse sind in der unten folgenden Tabelle zusammengestellt.

Außer dem mit heißem Wasser ausgeschmolzenen Fett wurde auch einmal, am 17. Februar 1910, das nach Soxhlet 1 Stunde lang mit Äther ausgezogene Fett untersucht (vergl. Spalte 10 der Tabelle). Dieses Fett hatte fast in allen Fällen einen höheren Säuregrad, als das mit heißem Wasser abgeschmolzene, zu gleicher Zeit untersuchte Fett. Als maßgebend für den Säuregrad ist das mit heißem Wasser ausgeschmolzene Fett angenommen worden.

Am 17. Februar 1910, also etwa 1—2 Monate nach Herstellung der Würste, hatten 3 von den 10 Wurstfetten (Nr. 2, 7 und 8) einen Säuregrad von 15,0, 15,8 und 15,4, demnach einen höheren Säuregrad als 12.

Nach einer etwa 3 Monate längeren Lagerung im Kellerraum des Gesundheitsamtes, also bei einem Alter der Würste von 4—5 Monaten, hatte das Wurstfett aller 10 Würste den Säuregrad von 12 schon erheblich überstiegen und an den späteren Untersuchungsterminen zeigte sich eine stetige Zunahme des Säuregehalts im Fett, so daß er bei der letzten Untersuchung am 15. September 1911, also in den fast $1^3/_4$ Jahre alten Würsten, auf 53—83 Säuregrade gestiegen war.

Über den äußeren Zustand der Würste ist folgendes zu bemerken: Im Laufe der Zeit hatten die meisten Würste durch Wasserverlust an Härte wesentlich zugenommen. Eine Ausnahme hiervon machten die Zervelatwürste im Fettdarm, die sich noch bis zum Schluß der Untersuchung ziemlich weich erhalten hatten. Ferner hatten sich fast alle Würste, mit Ausnahme der beiden Zervelatwürste Nr. 3 und 7, am Schluß der Untersuchung stark grau verfärbt, besonders die Salamiwürste.

Anderseits aber konnte durch mehrere voneinander unabhängige Beobachter festgestellt werden, daß noch am 5. Oktober 1910 die etwa 10 Monate alten Würste, trotz der hohen Säuregrade des Wurstfettes von 31,2 bis 51,7, in Farbe, Geruch und Geschmack sich gut erhalten hatten, woraus hervorgeht, daß bei einem erheblich höheren Säuregrad des Wurstfettes als 12 die Wurst dennoch tadellos sein kann, wenn sie nur sauber und aus einwandfreiem Material hergestellt worden ist. Auch am 2. Februar 1911 waren die Würste nach Geruch und Geschmack noch als genießbar zu bezeichnen. Darnach nahmen sie im Aussehen, Geruch und Geschmack an Genußwert in steigendem Maße ab, ohne daß man die Ware jedoch schließlich als untauglich für den menschlichen Genuß hätte bezeichnen können.

Digitized by Google

Daß man in neuerer Zeit auch in der Schweiz zu dieser Ansicht gelangt ist, geht aus folgender Mitteilung aus dem Laboratorium des schweizerischen Gesundheitsamtes hervor: „Um Anhaltspunkte zur Beurteilung des Verdorbenseins von Wurstwaren zu erhalten, wurden neben Salami und Salametti auch einige andere gangbare Wurstsorten zur Untersuchung herangezogen und in der Ätherfettlösung der Säuregrad bestimmt. Die Zahlen liegen auch bei unverdorbener Ware innerhalb sehr weiter Grenzen, so daß man den Säuregrad des Fettes nur in ganz extremen Fällen wird zur Beurteilung heranziehen können." (Mitteil. a. d. Gebiet der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene, Veröffentl. d. Schweiz. Gesundheitsamtes 1910, Bd. 1, S. 156).

Untersuchungsergebnisse über die Zunahme des Säuregrades des Wurstfettes von 10 Dauerwürsten bei der Aufbewahrung der Würste.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Wurstsorte	Fabrikant	Zeit der Herstellung der Würste	Säuregrade. a) mit heißem Wasser ausgezogenes Fett						b) mit Äther extrahiertes Fett
			Untersucht am:						
			17. 2. 10	20. 5. 10	5. 10. 10	2. 2. 11	20. 5. 11	15. 9. 11	17. 2. 10
1. Salami in Blase	A.	Mitte Dez. 1909	9,9	25,2	41,5	45,2	46.9	53,0	11,3
2. Salami im Fettdarm	„	„	15,0	32,9	47,7	52,4	74,0	82,5	14,6
3. Zervelat i. Rindsdarm	„	„	8,7	25,4	40,3	52,2	59,6	83,0	9,8
4. Zervelat im Fettdarm	„	„	10,6	28,6	47,1	52,4	68,2	75,0	11,7
5. Salami in Blase	B.	23. 12. 09	7,3	28,5	42,6	53,2	54,8	76,7	8,2
6. desgl.	„	„	7,4	24,8	47,1	52,1	60,7	70,0	8,4
7. Zervelat im Fettdarm	„	16. 12. 09	15,8	30,7	51,7	63,9	70,6	80,0	17,5
8. desgl.	„	„	15,4	28,4	50,6	62,5	68,2	79,5	18,7
9. Salami	C.	19. 11. 09	5,7	17,6	31,2	36,1	41,8	71,0	7,6
10. Zervelat	„	„	9,7	23,7	45,2	54,0	61,4	72,2	10,3

Berlin, Chemisches Laboratorium des Kaiserl. Gesundheitsamtes, September 1911.

Über ein Verfahren zur Unterscheidung von sterilisiertem und von nicht sterilisiertem Knochenmehl.

Von

dem † Technischen Rat **Dr. Ed. Polenske,**

vormaligem ständigen Mitarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Das Rohmaterial für Knochenmehl besteht aus Knochen geschlachteter oder verendeter Tiere. Das Knochenmehl wird wegen seines hohen Gehalts an Calciumphosphat als wertvolles Düngemittel in beträchtlicher Menge besonders aus Indien, aber auch aus Rußland und einigen andern Herkunftsländern nach Deutschland eingeführt. Auch im Deutschen Reich wird Knochenmehl fabrikmäßig hergestellt, aber die Einfuhr übertrifft die Ausfuhr um mehr als das Doppelte.

Um das Knochenmehl seinem Zwecke als Düngemittel entsprechend herzurichten, ist eine möglichst feine Zerkleinerung der Knochen notwendig. Infolge ihrer Zähigkeit aber setzen die Knochen im natürlichen Zustande der Umwandlung in ein feines Pulver in Mühlen und Stampfwerken großen Widerstand entgegen. Diese Zähigkeit geht jedoch verloren, wenn man die Knochen stark erhitzt, indem man sie dem Druck gespannter Wasserdämpfe aussetzt. Dieses Verfahren wird deshalb auch allgemein in den Knochenmehlfabriken angewandt, wobei Temperaturen bis 144° C zur Anwendung kommen.

Der Herstellung des Knochenmehls geht in Deutschland meistens zuerst eine Entfettung und dann eine Entleimung der Knochen voraus. Hierdurch wird gewöhnlich nicht nur eine Sterilisation der Knochen erzielt, sondern es werden gleichzeitig auch Knochenöl und Knochenleim (Gelatine) als Nebenprodukte gewonnen[1]).

Außer der Verwendung als Düngemittel wird das Knochenmehl in beschränktem Umfange auch als Futtermittel für Tiere, namentlich für Schweine, Geflügel und Fische, verwendet und bildet einen Bestandteil vieler Sorten von Hundekuchen.

Bei ungenügend sterilisiertem oder überhaupt nicht sterilisiertem Knochenmehl, wie es zuweilen im Handel vorkommt, liegt die Gefahr vor, daß es pathogene Bakterien, in erster Linie Milzbrandbazillen und Milzbrandsporen, enthalten kann. Über mutmaßliche Verschleppung des Milzbrandes durch Knochenmehl liegen mehrere Literaturangaben vor[2]).

[1]) Vergl. **Muspratts** Chemie: Enzyklopädisches Handbuch der Technischen Chemie von F. **Stohmann** und B. **Kerl**, 4. Aufl., Bd. II. S. 996, 1889 und Bd. V, S. 36, 1896.

[2]) Vergl. Jahresberichte über die Verbreitung von Tierseuchen im Deutschen Reich. 1887 und 1890.

Wenn auch in diesen Mitteilungen der sichere Beweis darüber fehlt, daß in dem betreffenden Knochenmehl ansteckungsfähige Milzbrandkeime vorhanden waren, so sind doch neuerdings im Laboratorium der Veterinärabteilung des Gesundheitsamtes in einer aus Indien unter amtlichem Verschluß bezogenen Probe nicht sterilisierten Knochenmehls tatsächlich virulente Milzbranderreger nachgewiesen worden.

Durch diesen Befund und durch die Tatsache, daß sich auf dem Markte häufiger auch nicht sterilisiertes Knochenmehl als Handelsware befindet, wurde das Gesundheitsamt veranlaßt, nach einer Methode zu forschen, die es gestattet, sterilisiertes Knochenmehl von nicht sterilisiertem zu unterscheiden.

Zunächst mußte man hierbei annehmen, daß der Keimgehalt des sterilisierten Knochenmehls im Vergleich zu dem des nicht sterilisierten auffallend niedrig sein müsse und daher durch eine bakteriologische Untersuchung eine Entscheidung der aufgeworfenen Frage herbeigeführt werden könne. Die experimentelle Prüfung führte jedoch zu dem Ergebnis, daß sich auf diesem Wege ein einwandfreier Unterschied nicht feststellen läßt, denn auch der Keimgehalt des sterilisierten Knochenmehls war wohl infolge nachträglicher Verunreinigung bei der Verpackung und Lagerung in Säcken ziemlich hoch.

Nunmehr wurde versucht, die Frage auf chemischem Wege zu lösen.

Im Hinblick darauf, daß durch die Sterilisation das in den Knochen vorhandene Eiweiß gerinnt und in diesem Zustande in kaltem Wasser unlöslich ist, lag die Möglichkeit einer Unterscheidung von sterilisiertem und nicht sterilisiertem Knochenmehl insofern vor, als das in letzterem vorhandene, nicht geronnene Eiweiß durch Auslaugen mit kaltem Wasser in Lösung und zum Nachweis zu bringen sein mußte.

In der Tat hat sich diese Vermutung bestätigt, und es ist möglich gewesen, bei den in nachstehender Tabelle verzeichneten Knochenmehlen mit Hilfe des Nachweises der Abwesenheit oder Anwesenheit von Eiweiß in den mit kaltem Wasser hergestellten Auslaugungsflüssigkeiten die sterilisierten von den nicht sterilisierten Knochenmehlen deutlich zu unterscheiden. Nach dem von mir eingeschlagenen Verfahren werden 10 g Knochenmehl mit 30 ccm kaltem Wasser unter öfterem Durchschütteln 24 Stunden lang ausgelaugt, dann wird die Flüssigkeit klar abfiltriert. Das anfangs zuweilen trübe ablaufende Filtrat wird so oft auf das Filter zurückgegossen, bis es klar abläuft. Alsdann werden etwa 10 ccm des Filtrats in einem Probierröhrchen mit zwei Tropfen konzentrierter Essigsäure angesäuert und bis zum Sieden erhitzt; darauf wird das Gläschen etwa $^1/_2$ Stunde lang in ein Wasserbad von etwa 95° gestellt. Entsteht hierbei eine sich flockig zusammenballende Abscheidung, die sich am Boden des Gläschens absetzt, dann war Eiweiß im wässerigen Auszug vorhanden und das Knochenmehl nicht sterilisiert. Bleibt dagegen die angesäuerte Flüssigkeit beim Stehenlassen im heißen Wasserbad klar, oder entsteht nur eine geringe, nicht flockige Trübung, die sich erst nach mehreren Stunden als feinkörnige Substanz absetzt, dann war Eiweiß im wässerigen Auszug nicht vorhanden und es liegt sterilisiertes Knochenmehl vor.

Durch die mit der erhaltenen flockigen Abscheidung in jedem Fall ausgeführte Reaktion mit Millonschem Reagens und die Biuretreaktion wurde nachgewiesen, daß es sich zweifellos um Eiweiß handelte. Die Filtrate von den untersuchten 10 Proben

Knochenmehl hatten sämtlich eine neutrale Reaktion. Diese Bedingung muß bei dem geschilderten Verfahren allerdings auch vorausgesetzt werden. Denn wenn einerseits geronnenes Eiweiß in alkalischen Flüssigkeiten löslich ist, so kann andererseits in Wasser gelöstes Eiweiß durch gleichfalls in Lösung gehende Säuren wieder ausgefällt werden und dadurch für den Nachweis verloren gehen.

Ferner soll noch darauf hingewiesen werden, daß durch das angegebene Verfahren lediglich der Beweis dafür erbracht wird, daß bei sterilisiertem Knochenmehl die Knochen einer Temperatur von mindestens 70°, der Gerinnungstemperatur des Eiweißes, ausgesetzt worden sind. Indessen dürfte anzunehmen sein, daß die als sterilisiert bezeichnete Handelsware, sofern sie kein in kaltem Wasser lösliches Eiweiß enthält, in Wirklichkeit so hohen Temperaturen ausgesetzt worden ist, daß eine vollständige Befreiung der Knochen von pathogenen Keimen erreicht worden ist. Immerhin würde es sich jedoch empfehlen, von Zeit zu Zeit Stichproben solcher Knochenmehle bakteriologisch auf Milzbranderreger zu untersuchen.

Von den in nachstehender Tabelle aufgeführten Knochenmehlen stammen drei Proben aus Indien, zwei Proben aus Rußland und fünf Proben waren im Gesundheitsamte hergestellt worden. Von diesen fünf Proben war die Herstellungsart der Proben 9 und 10 dem die Prüfung ausführenden Analytiker nicht bekannt; auf Grund der Analyse konnte ein richtiges Urteil darüber abgegeben werden, ob die Knochen sterilisiert worden waren oder nicht.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Ergebnisse von 10 untersuchten Knochenmehlproben zusammengestellt.

Lfd. Nr.	Bezeichnung und Herkunft der Proben	Angaben über die Beschaffenheit der Proben	Analytischer Befund	Ergebnis der der Untersuchung. Das Knochenmehl war
1	Rohes Knochenmehl aus Indien	nicht sterilisiert	starker flockiger Bodensatz	nicht sterilisiert
2	Knochenmehl aus Indien	sterilisiert	schwache Trübung	sterilisiert
3	„ „ „	?	starker flockiger Bodensatz	nicht sterilisiert
4	„ „ Rußland Handelsware	sterilisiert	klar	sterilisiert
5	Knochenmehl aus Rußland Handelsware	„	schwache Trübung	„
6	Im Gesundheitsamte aus getrockneten, frischen Knochen hergestelltes Knochenmehl	nicht sterilisiert	starker flockiger Bodensatz	nicht sterilisiert
7	Im Gesundheitsamte aus mit Wasser ausgekochten Knochen hergestelltes Knochenmehl	sterilisiert	schwache Trübung	sterilisiert
8	Im Gesundheitsamte aus bei 100° sterilisierten Knochen hergestelltes Knochenmehl	„	fast klar	„
9	Im Gesundheitsamte aus 2 Monate lang getrockneten Knochen hergestelltes Knochenmehl	?	starker flockiger Bodensatz	nicht sterilisiert
10	desgl.	?	klar	sterilisiert

Berlin, Chemisches Laboratorium des Kaiserl. Gesundheitsamtes, November 1911.

Digitized by Google

Freies Alkali in Mineralwässern.

Von

Dr. Friedrich Auerbach,
Regierungsrat im Kaiserlichen Gesundheitsamt.

Die sogenannten „alkalischen" Mineralquellen verdanken bekanntlich ihren Namen nicht etwa einer alkalischen Reaktion ihres Wassers, sondern dem Umstande, daß ein wesentlicher Teil der darin gelösten Stoffe aus kohlensauren Salzen der Alkalien (vor allem Natriumhydrocarbonat $NaHCO_3$) besteht, die wegen der schwachen Säurenatur der Kohlensäure in ähnlicher Weise wie freies Alkali starke Säuren abzustumpfen vermögen. Diese Wässer enthalten in der Regel daneben freies Kohlendioxyd und reagieren daher gegen die gebräuchlichen Indikatoren, Phenolphthalëin oder Lackmus, sauer. Erst wenn durch Erwärmen die freie Kohlensäure ausgetrieben worden ist, wobei gleichzeitig meist ein Teil der Hydrocarbonate unter Kohlendioxydentbindung in Carbonate übergeht (in alter Ausdrucksweise: ein Teil der halbgebundenen Kohlensäure entweicht), kann durch die hydrolytische Einwirkung des Wassers auf die kohlensauren Salze eine alkalische Reaktion sich zeigen.

Nur solche Quellwässer, in denen freies Kohlendioxyd in analytisch nachweisbarer Menge nicht enthalten ist, können von vornherein alkalisch reagieren. Sie enthalten dann in der Regel Carbonate neben Hydrocarbonaten und im Gleichgewicht mit diesen etwas freies Alkali. Dessen Menge ist aber in den natürlichen Wässern, von besonderen Ausnahmefällen abgesehen, stets so gering, daß es sich wohl durch Färbung von Indikatoren verrät, nicht aber im Gange der quantitativen Analyse bestimmen läßt. Man könnte daher bei der Wiedergabe der Analyse eines solchen natürlichen Wassers das freie Alkali ganz unberücksichtigt lassen, ebenso wie man z. B. bei der Analyse einer Sodalösung sich damit begnügt, den Gehalt an Natriumcarbonat anzugeben, ohne darauf hinzuweisen, daß ein kleiner Bruchteil davon durch hydrolytische Spaltung in freie Natronlauge und Natriumhydrocarbonat zerfallen ist. Indessen ist es gerade bei den Mineralwässern, wo man alle, auch nur in kleinen Mengen vorhandenen Bestandteile mit möglichster Genauigkeit zu ermitteln strebt, von Interesse, auch über den Gehalt an etwa vorhandenem freien Alkali Rechenschaft zu geben. Den Weg dazu zeigt die physikalische Chemie, die die Konzentration von OH'-Ion in wässerigen Lösungen teils nach verschiedenen Methoden (kolorimetrisch, elektrometrisch, reaktionskinetisch) unmittelbar zu bestimmen, teils durch Rechnung

Digitized by Google

aus den Gleichgewichten der sonst in der Lösung vorhandenen Stoffe abzuleiten erlaubt. Während die ersteren Verfahren besonders für solche Lösungen Anwendung finden, die von der Neutralität nur außerordentlich wenig abweichen (so z. B. für die Säfte des menschlichen und tierischen Körpers), ist für Mineralwässer die Berechnung aus der Analyse vorzuziehen.

Auf diese Weise ist denn auch im „Deutschen Bäderbuch“[1]) von E. Hintz und L. Grünhut die Berechnung des Gehaltes an OH'-Ion, d. h. an freiem Alkali, für alle diejenigen Mineralwässer durchgeführt worden, die Carbonate, aber keine freie Kohlensäure enthalten und die meist zu den Gruppen der „einfachen kalten Quellen“ oder der „einfachen warmen Quellen“ gehören.

Freilich mußte für diese Berechnung ausnahmsweise der Grundsatz verlassen werden, daß die für die Zusammensetzung eines Mineralwassers mitgeteilten Zahlenwerte eine möglichst voraussetzungslose und hypothesenfreie Wiedergabe des tatsächlichen Analysenbefundes sein sollen, ein Grundsatz, der im übrigen gerade in der „Ionentabelle“ viel weitergehend befolgt wird, als bei jeder anderen Art der Darstellung von Wasseranalysen[2]). Aber es blieb kein anderer Weg, wenn man nicht auf die Berücksichtigung der doch tatsächlich vorhandenen Alkalität ganz verzichten wollte, und man mußte sich nur bewußt bleiben, daß die so berechneten Zahlen, im Gegensatz zu den sichergestellten rein analytischen Befunden, durch Fortschritte in der Kenntnis der Gleichgewichtsverhältnisse in wässerigen Lösungen änderungsbedürftig werden können. Ein solcher Fortschritt ist nun inzwischen eingetreten.

Die Grundlage der Berechnung des freien Alkalis ist in der Einleitung zum Deutschen Bäderbuche von Hintz und Grünhut in dem Abschnitt „Besondere Grundsätze für die Darstellung der chemischen Analysenergebnisse“ auf S. LVII und LVIII ausführlich erörtert worden. Es sei daher hier nur daran erinnert, daß die Konstante des Gleichgewichtes der hydrolytischen Spaltung von Soda:

$$Na_2CO_3 + H_2O \rightleftarrows NaHCO_3 + NaOH$$

oder in Ionenschreibweise:

$$CO_3'' + H_2O \rightleftarrows HCO_3' + OH'$$

dabei die Hauptrolle spielt. Bezeichnet man diese Konstante:

$$\frac{[HCO_3'] \cdot [OH']}{[CO_3'']}$$

wo die in eckige Klammern gesetzten Formeln die Konzentrationen der entsprechenden Ionenarten, ausgedrückt in Millimol auf 1 kg[3]) bedeuten sollen, mit k, ferner mit C die analytisch gefundene Gesamtkohlensäure, ebenfalls in Millimol auf 1 kg, schließlich mit d die in mg-Äquivalenten auf 1 kg ausgedrückte Summe der analytisch gefundenen, zur Bindung der Kohlensäure oder als freies Alkali verfügbaren Basen (in

[1]) Deutsches Bäderbuch, bearbeitet unter Mitwirkung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes. Leipzig, 1907.

[2]) Vgl. Fr. Auerbach, Die Mineralwasseranalysen im Deutschen Bäderbuch. Balneolog. Ztg. 18, Nr. 11 (1907).

[3]) Der Unterschied zwischen 1 kg und 1 Liter Mineralwasser kommt für diese Rechnungen nicht in Betracht.

Ionenausdrucksweise: die Summe der für HCO_3', CO_3'' und OH' verfügbaren Kationen-Äquivalente), so ergibt sich für die Konzentrationen der drei fraglichen Bestandteile:

$$[CO_3''] = \tfrac{1}{2}(d + k) - \tfrac{1}{2}\sqrt{(d + k)^2 - 4C(d - C)}$$
$$[HCO_3'] = C - [CO_3'']$$
$$[OH'] = d - C - [CO_3''].$$

Für die Hydrolysenkonstante k hatten Hintz und Grünhut nach dem damaligen Stande der Kenntnisse die Zahl 0,8 benutzt. Vor kurzem ist nun vom Verfasser in Gemeinschaft mit H. Pick[1]) gezeigt worden, teils durch eigene Versuche, teils durch eine kritische Neuberechnung der älteren, daß die Hydrolyse der kohlensauren Alkalien bisher wesentlich zu hoch angenommen worden ist und daß nach dem Ergebnisse mehrerer unabhängiger Methoden mit großer Wahrscheinlichkeit die Konstante k bei 18° (in Millimol berechnet) nur zu rund 0,1 anzusetzen ist. Mit der Temperatur ist diese Konstante veränderlich, die Hydrolyse nimmt — wegen der wachsenden Ionenspaltung des Wassers — mit steigender Temperatur zu. Es wird sich daher empfehlen, dies auch bei den hier betrachteten Rechnungen zu berücksichtigen und in der oben angeführten Gleichung

bei 10° k = 0,05
bei 18° k = 0,1
bei 25° k = 0,2
bei 35° k = 0,4

zu setzen. Führt man die Rechnung mit diesen Abänderungen durch, so ergeben sich in den betreffenden Quellwässern erheblich geringere Mengen freien Alkalis als im Deutschen Bäderbuche verzeichnet ist. Als Beispiele seien hier die Ergebnisse für einige Quellen mitgeteilt.

Kainzenbad, Kainzenquelle (Bäderbuch S. 14)

Temperatur: 8,0° k = 0,05

In 1 kg	Gramm	Millimol	Millimol bisher angenommen
Hydrocarbonat-Ion (HCO_3')	0,034	0,56	1,70
Carbonat-Ion (CO_3'')	0,265	4,41	3,27
Hydroxyl-Ion (OH')	0,0068	0,40	1,54

Warmbrunn, Antonienquelle (Bäderbuch S. 34)

Temperatur: 26,7° k = 0,2

In 1 kg	Gramm	Millimol	Millimol bisher angenommen
Hydrocarbonat-Ion (HCO_3')	0,1310	2,147	2,275
Carbonat-Ion (CO_3'')	0,0403	0,672	0,544
Hydroxyl-Ion (OH')	0,0011	0,063	0,191

[1]) Fr. Auerbach und H. Pick, Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt 38, 243 (1911).

Digitized by Google

Tharandt, Sidonienquelle (Bäderbuch S. 375)

Temperatur: 9,5° k = 0,05

In 1 kg	Gramm	Millimol	Millimol bisher angenommen
Hydrocarbonat-Ion (HCO_3')	0,0097	0,159	0,543
Carbonat-Ion (CO_3'')	0,0493	0,821	0,437
Hydroxyl-Ion (OH')	0,0044	0,258	0,643

In solchen Mineralwässern, die freie Kohlensäure in merklicher, wenn auch kleiner Menge enthalten, kann die Hydrolyse der kohlensauren Salze vollständig vernachlässigt werden. Freies Alkali ist nicht darin enthalten. Auch die Carbonate spielen in diesen Lösungen neben den Hydrocarbonaten keine Rolle. Allerdings ist bei sehr CO_2-armen Wässern der Betrag an CO_3''-Ion auf Grund der neuen Werte der Hydrolysenkonstante und der damit zusammenhängenden sogenannten zweiten Dissoziationskonstante der Kohlensäure etwas höher anzunehmen als bisher. In dem von Hintz und Grünhut (S. LVII) als Beispiel gewählten, extremen Fall der Kaiser Friedrich-Quelle zu Offenbach, bei der von der Gesamtkohlensäure nur etwa 6 % als freies CO_2 vorhanden sind, würde die neue Rechnung folgendes ergeben:

In 1 kg	Gramm	Millimol	Millimol im Bäderbuch angegeben
Hydrocarbonat-Ion (HCO_3')	2,057	33,72	33,94
Carbonat-Ion (CO_3'')	0,0066	0,11	—
Freies Kohlendioxyd (CO_2)	0,0871	1,98	1,87

Die Vernachlässigung des CO_3''-Gehaltes erscheint danach noch immer belanglos.

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß die — ebenfalls nur auf rechnerischem Wege mögliche — Verteilung des analytisch gefundenen Schwefelwasserstoffs in Schwefelquellen auf freien und gebundenen Schwefelwasserstoff (d. h. auf H_2S und HS'-Ion)[1]), wie sie im Deutschen Bäderbuche durchgeführt ist, durch die neuen Konstantenwerte nicht beeinflußt wird.

[1]) Vgl. Fr. Auerbach, Ztschr. f. physik. Chem. **49**, 217 (1904); Balneolog. Ztg. **15**, Nr. 29 1904); Deutsches Bäderbuch S. LVIII.

Berlin, Chemisches Laboratorium des Kaiserl. Gesundheitsamts, November 1911.

Ende des 4. Heftes.
Abgeschlossen am 22. Februar 1912.

Digitized by Google

Druck von E. Buchbinder in Neuruppin.

Digitized by Google

Hyg. lab.
614.0943
G37

UNIV. OF MICHIGAN,
APR 17 1912

ARBEITEN

AUS DEM

KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE.

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.)

ACHTUNDDREISSIGSTER BAND.

VIERTES (SCHLUSS-) HEFT.

MIT 1 TAFEL.

BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1912.

(Ausgegeben im März 1912.)

Digitized by Google

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

Über Bau und Vermehrung von Babesia canis im Blute des Hundes. Von Professor Dr. A. Schuberg, Regierungsrat, und Dr. E. Reichenow, wissenschaftl. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte. (Hierzu Tafel II.) . . . 415

Beitrag zur Frage der Giftigkeit der Rhodanalkalisalze. Von Dr. med. Fr. Franz, ständigem Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 435

Untersuchungen über die Wirkung brandsporenhaltigen Futters auf die Gesundheit der Haustiere. Von Professor Dr. Zwick, Regierungsrat, Dr. Fischer, Königl. Sächs. Stabsveterinär, früher kommandiert zum Kaiserl. Gesundheitsamte, und Winkler, Königl. Sächs. Stabsveterinär, kommandiert zum Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 450

Züchtung von Tuberkelbazillen aus Sputum mit Hilfe der Uhlenhuthschen Antiforminmethode unter Verwendung von Eiernährböden. Von Dr. Schoenburg, Königl. Sächs. Oberarzt, kommandiert zum Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 485

Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Belgien. Nach Berichten des landwirtschaftlichen Sachverständigen Dr. Frost, früher beim Kaiserlichen Konsulat in Brüssel, und nach anderen Quellen bearbeitet durch Regierungsrat Wehrle, Mitglied des Kaiserl. Gesundheitsamtes . . . 497

Über den Gehalt des Wurstfettes der Dauerwurst an freier Säure. Von Dr. Ed. Polenske, † Technischem Rat, vormaligem ständigen Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 556

Über ein Verfahren zur Unterscheidung von sterilisiertem und von nicht sterilisiertem Knochenmehl. Von Dr. Ed. Polenske, † Technischem Rat, vormaligem ständigen Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 559

Freies Alkali in Mineralwässern. Von Dr. Friedrich Auerbach, Regierungsrat im Kaiserl. Gesundheitsamte . . . 562

Verlag von **Julius Springer** in **Berlin.**

Die größeren wissenschaftlichen Arbeiten u. s. w. aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte erscheinen unter dem Titel:

Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte

in zwanglosen Heften, welche zu Bänden von 30—40 Bogen Stärke vereinigt werden.

Bis jetzt sind 39 Bände erschienen. — Ausführliche Inhaltsverzeichnisse stehen auf Wunsch zur Verfügung.

Einunddreißigster Band. — Mit 10 Tafeln und Abbildungen im Texte. — **Preis M 24,40.**

1. Bericht über die Tätigkeit der zur Erforschung der Schlafkrankheit im Jahre 1906/07 nach Ostafrika entsandten Kommission. Erstattet von Dr. R. Koch, Kaiserl. Wirklicher Geheimer Rat, Dr. M. Beck, Kgl. Preuß. Professor, Regierungsrat im Kaiserl. Gesundheitsamte, Dr. F. Kleine, Kgl. Preuß. Professor und Stabsarzt, kommandiert zum Kgl. Institut für Infektionskrankheiten. Mit 5 Tafeln.
2. Prof. Dr. F. Kleine und Dr. M. Taute, Ergänzungen zu unseren Trypanosomenstudien.
3. Prof. Dr. A. Schuberg u. Dr. Ph. Kuhn, Über die Übertragung von Krankheiten durch einheimische stechende Insekten. I. Teil.
4. Dr. Ph. Kuhn, Dr. Gildemeister u. Dr. Woithe, Über bakteriologische Beobachtungen bei Irren-Ruhr, insbesondere über die Erscheinungen der Paragglutination.
5. Dr. P. W. Clough, Beiträge zur Frage der Anaphylaxie.

Fortsetzung auf Seite 3.

Digitized by Google

Verlag von **Julius Springer** in **Berlin.**

Zweiunddreißigster Band. — Mit 8 Tafeln und Abbildungen im Texte. — **Preis M 25,40.**

1. Dr. B. Pfyl und Dr. P. Rasenack, Über die Verpuffungs- und Verbrennungsprodukte von Zelluloid.
2. Prof. Dr. R. Lauterborn, Bericht über die Ergebnisse der 6. biologischen Untersuchung des Oberrheins auf der Strecke Basel-Mainz (vom 16. bis 30. November 1907).
3. Prof. Dr. M. Marsson, Bericht über die Ergebnisse der vom 29. November bis 7. Dezember 1907 ausgeführten 6. biologischen Untersuchung des Rheins auf der Strecke Mainz bis Coblenz.
4. Dr. W. Kerp und Dr. P. Wöhler, Zur Kenntnis der gebundenen schwefligen Säuren. IV. Abhandlung: Über die Verbindungen der schwefligen Säure mit dem Citronellal und dem Zimtaldehyd.
5. Dr. W. Kerp und Dr. P. Wöhler, Zur Kenntnis der gebundenen schwefligen Säuren. V. Abhandlung: Über Sulfitzellulose-Ablauge und furfurolschweflige Säure.
6. Dr. W. Lange, Über den Gehalt der Handelsgelatine an schwefliger Säure.
7. Prof. Dr. Uhlenhuth und Dr. Xylander, Untersuchungen über „Antiformin", ein bakterienauflösendes Desinfektionsmittel. Mit 1 Tafel.
8. Dr. J. Fiehe, Über den Nachweis von Stärkesirup im Honig und in Fruchtsäften.
9. Dr. E. Rost, Dr. Fr. Franz und Dr. R. Heise, Beiträge zur Photographie der Blutspektra, unter Berücksichtigung der Toxikologie der Ameisensäure. Mit 7 Tafeln.
10. Ergebnisse der amtlichen Weinstatistik. Berichtsjahr 1907/1908. Teil I. Weinstatistische Untersuchungen. Einleitung. Von Dr. A. Günther. Berichte der Untersuchungsanstalten, welche mit der Ausführung der weinstatistischen Untersuchungen betraut sind, gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte. — Teil II. Moststatistische Untersuchungen. Berichte der beteiligten Untersuchungsstellen, gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte.
11. Dr. R. Trommsdorff, Über biologische Eiweißdifferenzierung bei Ratten und Mäusen.
12. Dr. R. Trommsdorff, Über intravenöse Impfungen mit Menschen- und Rindertuberkelbazillen bei Mäusen.

Dreiunddreißigster Band. — Mit 9 Tafeln und Abbildungen im Texte. — **Preis M 29,20.**

1. Dr. E. Reichenow, Untersuchungen an Haematococcus pluvialis nebst Bemerkungen über andere Flagellaten. Mit 2 Tafeln.
2. Dr. Manteufel, Studien über die Trypanosomiasis der Ratten mit Berücksichtigung der Übertragung unter natürlichen Verhältnissen und der Immunität.
3. Dr. P. Andrejew, Über das Verhalten von Normal- und Immunagglutininen bei Absorption und Filtration und beim Erhitzen — mit besonderer Berücksichtigung der Rotzagglutinine.
4. Dr. Ströse, Die Übertragung der Trichinen auf das Schwein.
5. Dr. W. Lange u. Dr. K. Poppe, Über den Einfluß des Stickstoffs auf die Haltbarkeit des Fleisches, nebst Beiträgen zur Bakteriologie der Fleischfäulnis.
6. Prof. Dr. Spitta u. Dr. A. Müller, Beiträge zur Frage des Wachstums und der quantitativen Bestimmung von Bakterien an der Oberfläche von Nährböden. Mit 1 Tafel.
7. Prof. Dr. Uhlenhuth u. Dr. P. Mulzer, Über experimentelle Kaninchensyphilis mit besonderer Berücksichtigung der Impfsyphilis des Hodens. Mit 2 Tafeln.
8. Prof. Dr. A. Schuberg u. Dr. P. Mulzer, Ein Sauger zur Entnahme von Saugserum.
9. Dr. K. Beck, Dr. Löwe und Dr. Stegmüller, Zur Kenntnis der bleihaltigen Glasuren und deren Bleiabgabe an saure Flüssigkeiten.
10. Prof. Dr. Zwick u. Dr. Weichel, Zur Frage des Vorkommens von sogenannten Fleischvergiftungserregern in Pökelfleischwaren.
11. Dr. Wolthe, Über eine neue Art von Reagenzglasgestellen für bakteriologische Zwecke.
12. Prof. Dr. Uhlenhuth und Dr. Manteufel, Neue Untersuchungen über die ätiologischen Beziehungen zwischen Geflügeldiphtherie (Diphtheria avium) und Geflügelpocken (Epithelioma contagiosum).
13. Dr. Manteufel, Beiträge zur Kenntnis der Immunitätserscheinungen bei den sogenannten Geflügelpocken.
14. Dr. H. Bohtz, Untersuchungen über die Desinfektion infizierten Düngers durch geeignete Packung.
15. Dr. P. Andrejew, Untersuchungen über die bakterielle Flora des Hammeldarms auf das Vorkommen von Bakterien der Hog-Choleragruppe.
16. Dr. P. Andrejew, Über das Verhalten von Antikörpern bei der Filtration durch Kieselgur.
17. Dr. K. Scherm, Über das Verhalten verschiedener Stämme des Bacillus paratyphosus B. und des Bacillus enteritidis Gärtner in Arabinose- und Xyloselackmusbouillon.
18. Prof. Dr. A. Schuberg, Über Microsporidien aus dem Hoden der Barbe und durch sie verursachte Hypertrophie der Kerne. Mit 4 Tafeln.
19. Dr. Brückner, Über Nachuntersuchungen bei Personen, die vor Jahren Typhus durchgemacht haben.
20. Dr. A. Müller, Über die Brauchbarkeit des Natrium taurocholicum als Zusatz zum Löfflerschen Malachitgrünagar.
21. Prof. Dr. R. Lauterborn, Bericht über die Ergebnisse der 7. biologischen Untersuchung des Oberrheins auf der Strecke Basel-Mainz vom 21. 1. bis 4. 2. 1908.
22. Prof. Dr. Marsson, Bericht über die Ergebnisse der 7. biologischen Untersuchung des Rheins auf der Strecke Mainz bis unterhalb Coblenz vom 27. 1. bis 5. 11. 1908.
23. Dr. E. Hailer, Die Erhöhung der Desinfektionskraft der Phenole durch Zusatz von Säuren (Phenostal, Kresoloxalsäure).
24. Dr. C. Titze und Dr. A. Weichel, Untersuchungen über die Kälberruhr. I. Mitteilung.
25. Prof. Dr. A. Schuberg und Dr. P. Manteufel, Rattenflöhe aus Deutsch-Ostafrika.
26. Dr. Ed. Polenske, Beitrag zur Fettbestimmung in Nahrungsmitteln.
27. Prof. Dr. C. Neufeld, Über den Einfluß der Normal- und Immunsera auf die Phagocytose.
28. Prof. Dr. F. Neufeld und Dr. Wolthe, Über elektive Choleranährböden, insbesondere den Dieudonnéschen Agar.
29. Dr. E. Gildemeister, Nachweis der Typhusbazillen im Blute durch Anreicherung in Wasser.

Vierunddreißigster Band. — Mit Abbildungen im Texte. — **Preis M 17,80.**

1. Dr. Fr. Franz, Die im Deutschen Reiche während der Jahre 1897—1905 amtlich gemeldeten Vergiftungen mit Sublimat, insbesondere mit Sublimatpastillen.
2. Dr. Haendel und Dr. Wolthe, Vergleichende Untersuchungen frisch isolierter Cholerastämme mit älteren Cholera- und El Tor-Kulturen.
3. Dr. Ströse, Untersuchungen über die Biologie der Dasselfliege (Hypoderma bovis De Geer) und über die Bekämpfung der Dasselplage.
4. Prof. Dr. Spitta und Dr. R. Heise, Beiträge zur Frage der Gesundheitsschädlichkeit offener Koksfeuer bei ihrer Verwendung zum Austrocknen von Neubauten.
5. Dr. J. Meyer, Bemerkungen über die Fermente der Milch.
6. Dr. K. Steffenhagen u. Dr. W. Wedemann, Über Wohnungsdesinfektion mit dem Kaliumpermanganat- und Autoformverfahren.
7. Dr. A. Müller, Über den Einfluß des Gehalts der Gelatine an schwefliger Säure auf ihre Verwendbarkeit in der bakteriologischen Technik.
8. Prof. Dr. F. Neufeld u. Dr. Haendel, Über die Entstehung der Krisis bei der Pneumonie und über die Wirkung des Pneumokokkenimmunserums.
9. Dr. A. Müller, Über die Konservierung von Eigelb mit Methyl-, Äthyl-, Propyl-, Isopropyl- und Amylalkohol.
10. Dr. K. Poppe, Zur Frage der Übertragung von Krankheitserregern durch Hühnereier, zugleich ein Beitrag zur Bakteriologie des normalen Eies.
11. Prof. Dr. Uhlenhuth u. Dr. P. Mulzer, Allgemein-Syphilis bei Kaninchen und Affen nach intravenöser Impfung.
12. Dr. M. Pleißner, Über die Abhängigkeit der Sauerstoffzehrung natürlicher Wässer von der Versuchsdauer und der Versuchstemperatur.
13. Dr. A. Weichel, Über die Einwirkung von Kochsalz auf Bakterien, aus der Gruppe der Fleischvergiftungserreger.
14. Prof. Dr. F. Neufeld, Weitere Untersuchungen über die Wertbestimmung des Genickstarreserums.
15. Dr. E. Ungermann, Über die Bedeutung der Tuberkuloseopsonine für die Immunität.
16. Prof. Dr. F. Neufeld und Dr. Haendel, Weitere Untersuchungen über Pneumokokken-Heilsera. III. Mitteilung. Über Vorkommen und Bedeutung atypischer Varietäten des Pneumokokkus.
17. Dr. E. Rost, Kommen dem schwefligsauren Natrium außer Salzwirkungen noch spezifische Wirkungen auf den Eiweißumsatz des Hundes zu?
18. Prof. Dr. M. Beck, Experimentelle Beiträge zur Infektion mit Trypanosoma gambiense und zur Heilung der menschlichen Trypanosomiasis.
19. Dr. E. Rost u. Dr. Fr. Jürss, Über die Wirkungen der schwefligen Säure auf das überlebende Warmblüterherz.
20. Prof. Dr. Zwick u. Dr. Weichel, Bakteriologische Untersuchungen über die Erreger der Mastitis acuta des Rindes mit besonderer Berücksichtigung der Beteiligung von sogenannten Fleischvergiftungserregern an der Entstehung der Krankheit.
21. Dr. K. Beck u. Dr. Ph. Stegmüller, Über die Löslichkeit von Bleisulfat und Bleichromat für sich, in Gemischen und in Form von Ölfarben in verdünnter Salzsäure, sowie über das Gleichgewicht von Chromat und Bichromat in Lösung.

Fortsetzung auf Seite 4.

Verlag von **Julius Springer** in **Berlin.**

Fünfunddreißigster Band. — Preis M 15,40.

1. Ergebnisse der amtlichen Weinstatistik. Berichtsjahr 1908/1909. Teil I. Weinstatistische Untersuchungen. Einleitung. Von Dr. A. Günther. Berichte der Untersuchungsanstalten, welche mit der Ausführung der weinstatistischen Untersuchungen betraut sind, gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte. — Teil II. Moststatistische Untersuchungen. Berichte der beteiligten Untersuchungsstellen, gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte.
2. Prof. Dr. Omeis, Vergleichende Versuche über den Säurerückgang in ungezuckerten und gezuckerten Weinen des Jahrgangs 1908 aus dem Weinbaugebiet Franken. I. Mitteilung der Landwirtschaftlichen Kreis-Versuchsstation in Würzburg.
3. Prof. Dr. Halenke u. Prof. Dr. Krug, Vergleichende Versuche über den Säurerückgang in ungezuckerten und gezuckerten Weinen des Jahrgangs 1908 aus dem Weinbaugebiet der Pfalz. I. Mitteilung der Landwirtschaftlichen Kreis-Versuchsstation und Öffentlichen Untersuchungsanstalt für Nahrungs- und Genußmittel in Speyer.

Sechsunddreißigster Band. — Mit 2 Tafeln und Abbildungen im Texte. — Preis M 21,20.

1. Prof. Dr. Zwick u. Dr. Fischer, Untersuchungen über die Beschälseuche. I. Mitteilung. Mit 1 Tafel.
2. Wehrle, Das Veterinärwesen (einschließlich einiger verwandter Gebiete) in Großbritannien und Irland. Nach Berichten des landwirtschaftlichen Sachverständigen bei der Kaiserl. Botschaft in London Dr. Skalweit.
3. Dr. Lindemann, Über Tropine und Opsonine im Diphtherieimmunserum.
4. Dr. C. Titze und Dr. A. Weichel, Beitrag zur Erforschung der Bradsot der Schafe.
5. Dr. K. Steffenhagen, Untersuchungen über das Rattenvertilgungsmittel „Liverpoolvirus“.
6. Dr. K. Steffenhagen und Dr. Paul Andrejew, Untersuchungen über die Haltbarkeit von Mikroorganismen und Immunkörpern in Blutegeln.
7. Professor Dr. R. Lauterborn, Bericht über die Ergebnisse der 8. biologischen Untersuchung des Oberrheins auf der Strecke Basel—Mainz (vom 4. bis 16 Juli 1908).
8. Prof. Dr. M. Marsson, Bericht über die Ergebnisse der 8. biologischen Untersuchung des Rheins auf der Strecke Mainz bis Coblenz vom 18. bis 22. Juli 1908.
9. Dr. E. Polenske u. Dr. O. Köpke, Über die Bestimmung von Salpeter in Fleisch.
10. Dr. E. Haller, Versuche über die entwicklungshemmenden und keimtötenden Eigenschaften der freien schwefligen Säure, der schwefligsauren Salze und einiger komplexer Verbindungen der schwefligen Säure.
11. Dr. E. Ungermann, Über die Ursachen der natürlichen Pneumokokkenimmunität.
12. Dr. H. Citron, Untersuchungen an den Se- und Exkreten des Verdauungstraktus mit Hilfe der biologischen Methoden.
13. Dr. J. Meyer, Zur Kenntnis der Seychellenzimtrinde.
14. Prof. Dr. Zwick u. Dr. Zeller, Untersuchungen über die sogenannte Pseudowut.
15. Dr. E. Haller u. Dr. W. Rimpau, Versuche über Abtötung von Typhusbazillen im Organismus. I. Anwendung von Halogensubstitutionsprodukten der Methanreihe.
16. Dr. H. Dold, Die bakterizide Wirkung des Blutes, Plasmas und Serums auf Pneumokokken und ihre Bedeutung für die Immunität.
17. Dr. H. Dold, Über neuere Methoden der Färbung des Tuberkelbazillus, mit besonderer Berücksichtigung ihrer differentialdiagnostischen Bedeutung.
18. Dr. Baerthlein, Über das hämolytische Verhalten von Cholera- und El Tor-Stämmen.
19. Dr. A. Müller, Über die Brauchbarkeit „gewachsener Tonerde“ zur Reinigung bakteriell verschmutzter Wässer.
20. Prof. Dr. Uhlenhuth, Dr. Händel u. Dr. K. Steffenhagen, Experimentelle Untersuchungen über Rattensarkom. Mit 1 Tafel.

Siebenunddreißigster Band. — Mit Abbildungen im Texte. — Preis M 22,—.

Bericht über die unter finanzieller Beihilfe des Deutschen Reiches während der Jahre 1905—1909 in Batavia und Breslau ausgeführten Arbeiten zur Erforschung der Syphilis. Erstattet von Dr. A. Neisser, o. Professor an der Universität Breslau, Geh. Medizinalrat.

Achtunddreißigster Band. — Heft 1. — Mit 1 Tafel und Abbildungen im Texte. — Preis M 6,40.

1. Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats, betr. die Versalzung des Wassers von Wipper und Unstrut durch Endlaugen aus Chlorkalium-Fabriken. Berichterstatter: Geh. Medizinal-Rat Prof. Dr. Beckurts. Mitberichterstatter: Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Orth, u. Reg.-Rat Prof. Dr. Spitta. Mit 1 Tafel.
2. Dr. C. Titze u. Dr. Wedemann, Beitrag zur Frage, ob das dem tierischen Körper einverleibte Kupfer mit der Milch ausgeschieden wird.

Achtunddreißigster Band. — Heft 2. — Preis M 5,—.

1. Dr. Einecker, Über einige neuere Desinfektionsmittel (Phenostal, Morbicid KT und Husinol).
2. Dr. Ed. Polenske, Beiträge zum Nachweis der Benzoesäure in Nahrungs- und Genußmitteln.
3. Dr. Poppe und Dr. Polenske, Erzeugt die Verfütterung von Spießglanz bei Gänsen Fettleber? Verfahren zum chemischen Nachweis von Antimon und Arsen in Gänselebern.
4. Dr. E. Gildemeister, Wirkung des Antiformins auf Bakterien, Toxine verschiedener Herkunft, rote Blutkörperchen und Serum-Eiweiß.
5. Über die Wirkung von Desinfektionsmitteln in gefüllten Abortgruben und die Dauer der Lebensfähigkeit von Typhusbazillen in Abortgruben. Einleitung. — I. Abhandlung von Dr. Neumann und Dr. Mosebach. — II. Abhandlung. Von Dr. Symanski. — III. Abhandlung. Von O. Fischer.
6. Dr. K. Schern u. Dr. H. Dold, Beiträge zur Frage der Schnelldiagnose der Tuberkelbazillen nebst Untersuchungen über säurefeste Stäbchen im Wasser.
7. Prof. Dr. Neufeld u. Dr. Haendel, Über den Zusammenhang von Heilwert und Antitoxingehalt des Diphtherieserums.
8. Dr. Lindemann, Beitrag zur Kenntnis der Pneumokokkeninfektion.
9. Dr. Fr. Auerbach u. Dr. H. Pick, Die Alkalität wässeriger Lösungen kohlensaurer Salze.

Achtunddreißigster Band. — Heft 3. — Preis M 5,—.

1. Prof. Dr. Neufeld u. Dr. Dold, Beiträge zur Kenntnis der Tuberkulose-Überempfindlichkeit.
2. Dr. O. Köpke, Über das Vorkommen von Arsen in Speisegelatine.
3. Dr. A. Müller, Die Abhängigkeit des Verlaufes der Sauerstoffzehrung in natürlichen Wässern und künstlichen Nährlösungen vom Bakterienwachstum.
4. Prof. Dr. Zwick u. Dr. Weichel, Zur Frage des Vorkommens von Bakterien im Fleische normaler Schlachttiere und zur Technik der bakteriologischen Fleischbeschau bei Notschlachtungen.
5. Dr. K. Schern, Über die Wirkung von Serum und Leberextrakten auf Trypanosomen.
6. Dr. C. Titze, Ist das durch Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken verunreinigte Wasser für Haustiere gesundheitsschädlich?
7. Dr. W. Rimpau, Bakteriologische Befunde bei Untersuchungen darmkranker Kinder.
8. Dr. Kuhn, Dr. Gildemeister u. Dr. Woithe, Nachtrag zu der Arbeit „Über bakteriologische Beobachtungen bei Irrenruhr, insbesondere über die Erscheinung der Paragglutination.“
9. Dr. Ed. Polenske, Über den Nachweis von Kokosnußfett in Butter und Schweineschmalz.

Neununddreißigster Band. — Preis M 16,50.

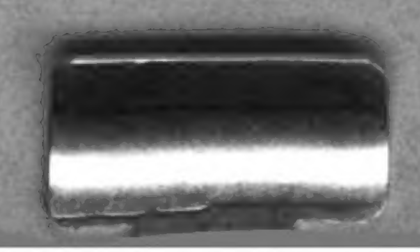
1. Ergebnisse der amtlichen Weinstatistik. Berichtsjahr 1909/1910. Teil I. Weinstatistische Untersuchungen. Einleitung. Von Dr. Adolf Günther — Berichte der Untersuchungsanstalten, welche mit der Ausführung der weinstatistischen Untersuchungen betraut sind. Gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte. — Teil II. Moststatistische Untersuchungen. Berichte der beteiligten Untersuchungsstellen, gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte.
2. Prof. Dr. Omeis, Versuche und Untersuchungen zur Erforschung des Säurerückganges im Weine. Mitteilung der Landwirtschaftl. Kreisversuchsstation in Würzburg.
3. Prof. Dr. Halenke u. Prof. Dr. Krug, Vergleichende Versuche über den Säurerückgang in ungezuckerten und gezuckerten Weinen des Jahrgangs 1909 aus dem Weinbaugebiet der Pfalz. — II. Mitteilung der Landwirtschaftlichen Kreisversuchsstation und öffentlichen Untersuchungsanstalt für Nahrungs- und Genußmittel in Speyer.

Druck von E. Buchbinder in Neuruppin.

Digitized by Google

BOUND IN LIBRARY

FEB 3 1912



Digitized by Google